WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

ROK DZIEWIĄTY. ZESZYT Nr. 37.

WARSZAWA—LIPIEC 1937 R.

WIADOMOŚCI TECHNICZNE UZBROJENIA

Dodatek kwartalny do zeszytu 7-go
„Przeglądu Artyleryjskiego"
wydawany przez
DEPARTAMENT UZBROJENIA M. S. WOJSK.

ROK DZIEWIĄTY ZESZYT Nr. 37
WARSZAWA — LIPIEC 1937 R.

Autorzy artykułów, zamieszczonych w „Wiad. Techn. Uzbr.” są odpowiedzialni za poglądy w nich wyrażone.

T R E Ś Ć:

OD REDAKCJI.

Pożądane są następujące *tematy artykułów:*

Wpływ postępów i możliwości technicznych broni na taktykę i wpływ nowych zasad taktyki na rozwój broni.

Metody zaopatrywania w amunicję w polu.

Lufy o przewodach zbieżnych.

Zagadnienie unifikacji broni maszynowej.

Podstawowe surowce dla przemysłu wojennego i ich namiastki.

Postępy metalurgii w wyrobie broni.

Dążenia do ulepszeń w sprzęcie uzbrojenia.

Szkolenie kadr technicznych służby uzbrojenia.

Przyczyny wypadków z bronią i zapobieganie im.

Prace uznane przez Redakcję za nadające się do druku będą umieszczone w WTU i honorowane wg przepisów. Przy opracowaniu tematów należy zwrócić uwagę na warunki ogłaszania prac, zamieszczone na ostatniej stronie niniejszego zeszytu.

531.552 + 623.54.

Inż. ZBIGNIEW PĄCZKOWSKI.

UWAGI W SPRAWIE OKREŚLANIA WSPÓŁCZYNNIKA KSZTAŁTU PRZY PROJEKTOWANIU GRANATÓW *).

Możliwość należytego spełnienia określonych zadań przez pocisk zależy od odpowiedniego wyboru i skojarzenia różnych jego cech. Wzory balistyki pozwalają nam na matematyczne ujęcie przebiegu zjawiska strzału i określenie jego skutków, a tym samym na stwierdzenie, czy istotnie postawione zadanie może być spełnione. We wzory te jednak wchodzą pewne parametry, które w każdym wypadku co do swej wartości liczbowej muszą być z góry znane.

Do najbardziej interesujących zagadnień przy opracowywaniu konstrukcji pocisków należy ustalenie różnych elementów torów, które ma zakreślić opracowany pocisk; określenie skutków, jakie powstaną przy ewentualnej zmianie pewnych czynników toru; wreszcie zdanie sobie sprawy z warunków wylotowych i stabilizacji pocisku na torze.

Do liczbowego ujęcia tych zagadnień konieczna jest, między innymi, znajomość wartości współczynnika bali-

*) Uwagi poniższe zostały opracowane w Zakładzie Balistyki Polit. Warsz. w myśl wskazówek łaskawie udzielonych przez Kierownika tegoż Zakładu p. ppłk. dr. Tadeusza Felsztyna (przyp. autora).

stycznego pocisku. Współczynnik balistyczny, jak wiadomo, jest jednym z czynników wyrażenia na opóźnienie, będącego iloczynem z tego współczynnika i funkcji oporu powietrza:

$$q = c \cdot F(v). \tag{1}$$

Ponieważ funkcja oporu powietrza może być przedstawiona w postaci:

$$F(v) = f v^2 \left(\frac{v}{b}, \frac{a v}{\mu}, \ldots \right), \tag{2}$$

gdzie:

b — szybkość głosu,

$\frac{a v}{\mu}$ — liczby Reynolds'a,

więc wymiarem jej jest szybkość w kwadracie, a zatem wymiarem „*c*" będzie odwrotność długości.

Wartość współczynnika balistycznego zależy od kalibru, ciężaru pocisku, ciężaru właściwego powietrza, wreszcie od wartości współczynnika kształtu „i". Wszystkie te wielkości, za wyjątkiem współczynnika kształtu, mogą być określone bezpośrednio, gdyż przy projektowaniu są z góry ustalone.

Cała więc trudność polega na określeniu *współczynnika kształtu,* który, ściśle rzecz biorąc, może być dokładnie wyznaczony tylko drogą doświadczalną. Współczynnik ten, określający własności indywidualne pocisku i w pewnej mierze broni, z której oddawane są strzały, kryje w sobie również wszelkie wpływy czynników przez nas nieuwzględnionych, wyrównywa skutki przyjętych uproszczeń (fizycznych i matematycznych, metod rachunkowych itp.), lub niezupełnie ścisłych założeń i jako jedyny dowolny parametr, nie licząc funkcji oporu powietrza, której wartości są z gó-

ry ustalone dla pewnych typów pocisków jest tak dobrany, by tory fikcyjne, wyznaczone drogą rachunkową, jak najściślej pokrywały się z rzeczywistymi torami pocisku.

Tym samym zrozumiałym jest, że nie możemy porównywać współczynników kształtu pewnego pocisku, odnoszących się do różnych metod balistycznych, jako do siebie proporcjonalnych i że określane wartości mogą być różne, zależnie od sposobu ich wyznaczenia, np. z donośności lub z całkowitych czasów lotu. Musimy się również liczyć z faktem niemożliwości bezwględnie ścisłego określenia współczynnika kształtu wskutek:

1) niemożliwości zupełnego uniezależnienia się od warunków dnia, w których przeprowadzane są strzelania;

2) konieczności oparcia się na wynikach ograniczonej ilości strzałów, oddanych określoną liczbą pocisków z określonej liczby dział lub karabinów.

Dwa wyżej wymienione względy nakazują nam liczyć się z ciągłą zmiennością wartości współczynnika kształtu rzędu kilku, a dla broni małokalibrowej — kilkunastu procentów.

Nie należy także zapominać, iż wszystkie dotychczas opracowane metody balistyczne traktują pocisk jako punkt materialny, podczas gdy w rzeczywistości stanowi on bryłę obdarzoną ruchem dokoła środka ciężkości, zależnym od cech stabilizacyjnych pocisku, od zmiennych, — od strzału do strzału, — warunków wylotowych, od kształtu toru i rozkładu szybkości lotu za nim. Charakter tego ruchu znacznie wpływa na wartość omawianego współczynnika.

Jak więc widzimy, współczynnik kształtu jest wielkością dosyć nieokreśloną, zmienną wraz z szybkością początkową, kątem rzutu, braną pod uwagę odległością strzału itp. Mimo tych wszystkich czynników wyżej omówio-

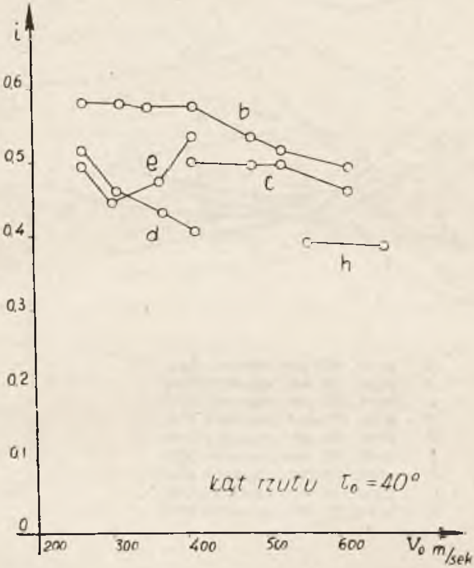
nych, wobec znacznej dokładności współczesnych metod balistycznych, nie jest on tylko pewną wielkością matematyczną, ale posiada do pewnego stopnia swój sens fizyczny, będąc, jak to już poprzednio było powiedziane, przede wszystkim miernikiem cech balistycznych pocisku w ścisłym słowa tego znaczeniu.

Dzięki tej okoliczności, dla dalszych naszych rozważań przyjmiemy upraszczające założenie, że przypuszczalną wartość współczynnika kształtu można określić bezpośrednio z kształtów pocisku czyli, że jedynie cechy pocisku mają wpływ na tę wartość. Jeśli jednak staniemy już nawet na gruncie tego założenia, to spostrzeżemy jeszcze dalsze trudności. Doświadczenie uczy nas bowiem o istnieniu bardzo wielkiej ilości różnych czynników związanych z pociskiem, które mogą zaważyć na wartości współczynnika kształtu „*i*", jak np. kształt ostrołuku, ukształtowanie części dannej, zapalnik, opierścienienie, rozłożenie mas itp. Jedyne wyjście będzie polegało po prostu na tym, że weźmiemy pod uwagę tylko cechy najważniejsze, najbardziej na wartość „*i*" wpływające, pomijając pomniejsze, co oczywiście ujemnie odbije się na dokładności naszej oceny.

Tym sposobem, biorąc pod uwagę tylko pewne cechy, przyjmiemy jeszcze jedno założenie, iż inne nieuwzględnione cechy branego pod uwagę zespołu pocisków są te same lub sobie równoważne.

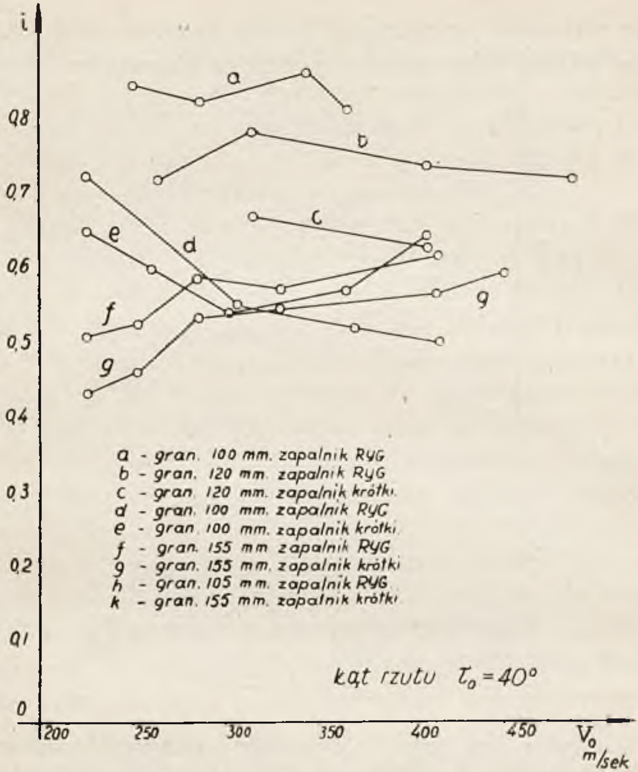
Pragnąc związać w jakiś określony sposób wartość „*i*" z pewnymi cechami pocisku, musimy zastanowić się przede wszystkim nad ich wpływami na lot pocisku. Liczne prace zarówno teoretyczne jak i laboratoryjne, przeprowadzone od czasów wojny światowej, szczególnie we Francji i Anglii, a dotyczące rozkładu ciśnień i szybkości dokoła lecącego pocisku, chociaż nie dostarczyły dotychczas możliwości ujęcia liczbowego badanych zjawisk w sposób zu-

pełnie całkowity, to niemniej jednak pozwoli na dosyć dokładne zdanie sobie sprawy z samego charakteru zjawisk.



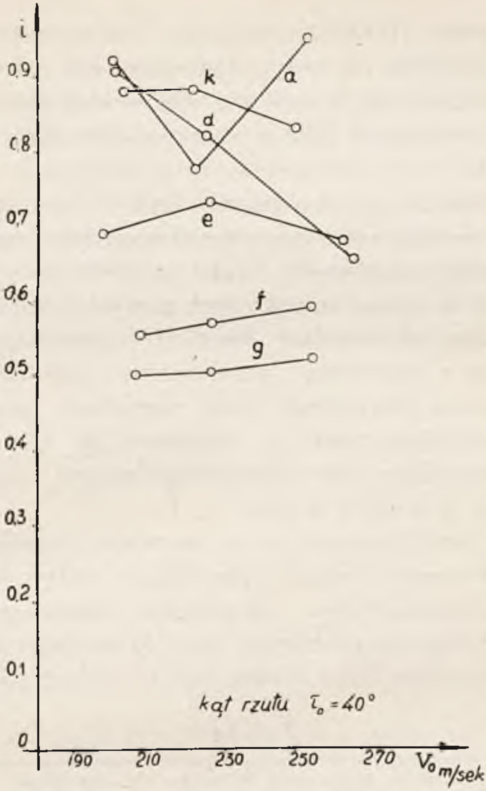
Rys. 1. Metoda Gâvre.

Wiadomą jest rzeczą że pocisk o pewnych ustalonych kształtach pracuje najkorzystniej tylko w pewnych określonych warunkach. Podobnie jak np. pompa odśrodkowa, której łopatki są dostosowane do określonego przepływu, — kształt pocisku jest dostosowany najlepiej tylko do pewnej szybkości ruchu. Wiemy przecież, iż przy mniejszych szybkościach decydującą rolę odgrywa należyte opracowanie części dennej pocisku, podczas gdy sposób ukształtowania ostrołuku wpływa na wartość oporu w stopniu bez porównania mniejszym; a pochodzi to stąd, że źródłem oporu przy tych szybkościach są głównie depresje powstające poza dnem, wydłużony zaś nadmiernie ostrołuk byłby raczej



Rys. 2. Metoda Siacci III-Faselli

źródłem dodatkowych oporów, zakłócałby bowiem tylko naturalne rozstępowanie się strug powietrza przed lecącym pociskiem. Odwrotnie, przy szybkościach lotu większych od głosu, chcąc pomniejszyć opór wraz ze wzrostem tych szybkości, coraz to bardziej musimy wydłużać ostrołuk, podczas gdy ukształtowanie części dennej zatraca swe dominujące znaczenie. Związane jest to z całkowitą zmianą charakteru ruchu w obszarze szybkości głosu, powsta-



Rys. 3. Metoda Otto-Lardillon'a.

waniem fali balistycznej, a zatem i poważniejszych nadciśnień na ostrołuku, przy większych szybkościach — rzędu kilku atmosfer, przez co procentowo wpływ ostrołuku niepomiernie wzrasta, gdyż oczywiście podciśnienia na części dennej nie mogą przekroczyć jednej atmosfery.

Jak więc widzimy, nie można zbudować pocisku, któryby zachowywał się równie korzystnie przy wszelkich szybkościach; że zatem współczynnik kształtu jest i z tego

względu pewną funkcją szybkości i że kształt tej funkcji zależy całkowicie od indywidualnych cech pocisku. Sprawa wyznaczenia tej funkcji nie jest jednak tak prosta, zależy ona bowiem od całego szeregu czynników różnie się kojarzących.

Na załączonych wykresach (rys. 1, rys. 2 i rys. 3) wskazana została zmienność współczynnika kształtu wraz z szybkością początkową. Jeśli porównamy przebieg tej zmienności, w odniesieniu do tych samych pocisków. w metodzie *Gâvre*, w metodzie *Siacci III* i metodzie *Otto-Lardillon'a*, to z łatwością przekonamy się, że charakter zmienności we wszystkich tych metodach pozostaje ten sam, co dowodzić może, iż zmienność ta jest związana przede wszystkim nie z niedociągnięciami metody, ale z konstrukcją samego pocisku.

Jak z przytoczonych wyżej rozważań wynika, na wartość współczynnika kształtu zasadniczy wpływ będzie miał sposób konstrukcyjnego rozwiązania części ostrołukowej i dennej, wobec czego między tymi to wielkościami a wartościami współczynnika trzeba będzie szukać związku.

Tabela 1.

Wpływ wysokości ostrołuku na donośność							
Kaliber mm.		150		240		305	
Ciężar poc. kg.		45.5		215		285.6	
Szybkość V_0 m/sek.		850		875		820	
Promień ostrołuku w kalibrach	3	10%	10	8,5%	8,5	11%	11
	4	18%	8	14%	5,5	19%	8
	5	25%	7	19%	5	25%	6
	6	32%	7	23%	4	31%	6
	7	37%	5	26%	3	35%	4
	8	42%	5	29%	3	39%	4

Zestawienie (tabela 1), zapożyczone z dzieła *Mainardiego* „Studio del proiettile", ilustruje wpływ wysokości części ostrołukowej na donośność, a tym samym na współczynnik kształtu. Wskazany jest tam mianowicie procentowy wzrost donośności przy stosowaniu coraz to większych promieni ostrołuku względem donośności otrzymanych dla pocisku tego samego typu, lecz z ostrołukiem o promieniu równym dwóm kalibrom. Jak wiadomo, między promieniem ostrołuku R, a jego wysokością t'_s wyrażoną w kalibrach, w wypadku gdy ostrołuk ten nie ma ściętego ostrza, istnieje związek:

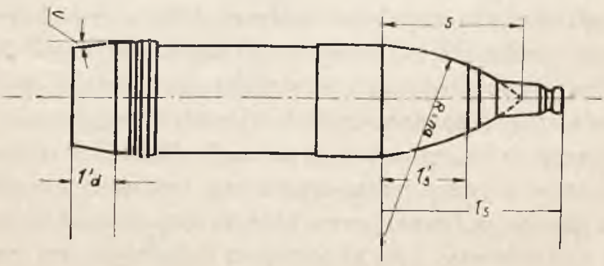
$$t'_s = \sqrt{-\frac{1+(s-t_s)^2}{4} + \sqrt{n^2 + 3(s-t_s)^4 + \frac{3}{2}(s-t_s)^2}} - (s-t_s) \tag{3}$$

gdzie:

$$n = \frac{R}{a} \tag{4}$$

a — *kaliber,*

s — odległość mierzona po osi pocisku od wierzchołka ostrołuku do środka krzywizny — w kalibrach.



Rys. 4.

Gdy ostrołuk jest styczny do części walcowych, to wówczas:

$$l'_s = s = \frac{\sqrt{4n-1}}{2}. \qquad (5)$$

Następna tabela (Nr. 2) wykazuje również wpływ wysokości ostrołuku na donośność, lecz według danych francuskich.

Tabela 2.

Wpływ wysokości ostrołuku na donośność								
Typ pocisku	Długość całkowita (w kalibrach)	Wysokość ostrołuku (w kalibrach)	Wysok. ścięcia dennego (w kalibrach)	Szyb. V_0 m/sek.	Donośność przy $\tau_0 = 40^0$ w m.	Rozrzut U_p (g) (w m.)	Rozrzut U_p (s) (w m.)	Wsp. kszt. i
155 mm. gr.	3.96	1.8	0.45	745	16250	123	12	0.495
wz. 15	4.60	2.5	0.45	731	18531	237	36	0.396
155 mm. gr.	3.70	1.9	0	717	16800	120	12	0.459
wz. 17	4.46	2.7	0	713	18015	112	12	0.412

Należy podkreślić, że w przytoczonych wyżej wypadkach szybkość początkowa zawiera się w granicach 713 do 875 m/sek, a więc jest dość znaczna.

Jeśli chodzi o ustalenie wpływu ścięcia części dennej, to i tutaj, podobnie jak przy wydłużaniu ostrołuku, istnieją pewne przyczyny, jak np. stabilizacja pocisku, nakazująca, ze względu na donośność i celność, utrzymać wielkość tego ścięcia w określonych granicach. Doświadczenia wykazują iż w wyniku sumowania się różnych czynników istnieje pewne optimum, przy którym współczynnik kształtu jest najmniejszy, i że to optimum osiągnięte jest zazwy-

czaj przy wysokości ścięcia dennego około 0,5 kalibra i kącie ścięcia ν, zawartym w granicach 5^0 do 8^0.

Tabela 3.

Wpływ wielkości ścięcia dennego na donośność i rozrzut ($V_0 = 700$ m/s, $\tau_0 = 35^0$, $n = 4.5$).

Kąt ścięcia dennego ν	Wysokość ścięcia w kalibrach	Donośność w m. X_ω	Rozrzut	
			m. U_p (X)	$^0/_0$ X_ω
0^0	—	11610	108	0.90
5^0	0.175	11967	72	0.60
7^0	0.175	12068	92	0.76
9^0	0.175	12188	130	1.06
15^0	0.192	11980	220	1.84

Z tabeli 3, zestawionej według badań amerykańskich, widzimy na przykład, że dla badanego pocisku 120 mm otrzymujemy największą donośność przy kątach $\nu = 7^0$ do 9^0, a najmniejszy rozrzut przy $\nu = 5^0$.

Prof. *Burzio*, przeprowadzając badania drogą maneżowania nad dwoma różnymi pociskami, a mianowicie 75 mm granatem wz. 906 bez ścięcia dennego i lekkim pociskiem 149 A z częścią tylną ściętostożkową o wysokości części ściętej 0,45 kalibra, stwierdził, że dzięki temu ścięciu opory na dnie zostały, w stosunku do pocisku wz. 906, pomniejszone o 20%; a ponieważ przy szybkościach poniżej 210 m/sek, opory te stanowiły 75% oporu całkowitego, zatem, wskutek zastosowania ścięcia dennego, osiągnięto przy tych szybkościach pomniejszenie sił opóźniających aż o 15% *).

Nawiasem dodam, iż gen. *Désaleux*, swego czasu strzelając 65 mm granatem przy szybkości $v_0 = 330$ m/sek,

*) p. Wiad. Techn. Uzbr. N 23, 24, 25.

otrzymał, wskutek nadania ścięcia na części dennej o wysokości 0.12 kalibra i pochyleniu 8°, pomniejszenie współczynnika kształtu tego samego rzędu, a nawet wskutek zbiegu okoliczności dosłownie również 15%.

Rzecz jasna, iż przytoczone wyżej dane, podobnie zresztą, jak i inne znane nam wyniki, otrzymane w tej dziedzinie, stanowić mogą tylko pewien materiał orientacyjny i w ogólności trudno byłoby na ich podstawie ustalić jakieś ściślejsze związki. Jak więc widzimy, dla znalezienia zależności między wartością współczynika kształtu a wielkością ostrołuku i części dennej za najwłaściwszą należy w danym wypadku uznać metodę czysto statystyczną.

W rezultacie, reasumując powyższe, możemy ustalić następujące wytyczne, którymi należałoby się kierować, dążąc do wyznaczenia pewnej formuły określającej wartość współczynnika kształtu projektowanego pocisku:

1) Przyjmujemy, że wartość współczynnika kształtu można w sposób dostatecznie ścisły związać z kształtem zewnętrznym pocisku.

2) Zakładamy, iż na wartość „*i*" wpływa przede wszystkim ukształtowanie ostołuku i części dennej — inne cechy pocisku pomijamy przyjmując, że są one podobne. Pragnąc zwiększyć ścisłość naszych rozważań przeprowadzamy oddzielne rachunki dla różnych zespołów pocisków, jak np.: karabinowe, granaty, szrapnele, brzechwowe, pociski specjalne itp.

3) Zdając sobie sprawę ze znacznej zmienności „*i*" wraz z kątem rzutu, szybkością początkową itp. ustalamy granice ścisłości naszych rachunków.

4) Wobec niemożności ustalenia istotnie ścisłych związków opartych na rozważaniach teoretycznych, obieramy

metody statystyczne szukając na tej drodze funkcyj, dających najlepsze wyrównanie. Metoda powyższa ma tę dodatnią stronę, iż pozwala nam jednocześnie uwzględnić, w pewnej mierze, szczególne właściwości metody balistycznej, do której określane wartości współczynników kształtu mają się odnosić.

Biorąc pod uwagę powyższe wytyczne rozpatrzymy obecnie kilka najczęściej w praktyce stosowanych wzorów. Wzory te są wynikiem bądź to pewnych spekulacyj teoretycznych, z natury rzeczy mocno przybliżonych, bądź też ustalone są na drodze czysto empirycznej — w każdym razie nie opierają się na żadnych bezwzględnych podstawach, więc też nie mogą być stosowane bezkrytycznie, gdy nie znamy granic stosowalności, gdy nie jest nam znany zespół pocisków wziętych pod uwagę przy ich ustalaniu, lub do chwili, gdy dostateczną liczbą przykładów tych wzorów nie sprawdzimy.

Poniższe rachunki, jak też i załączone tabele i wykresy, odnoszą się do następujących wyrażeń na współczynnik balistyczny: w metodzie

$$c = \frac{a^2 \cdot i \cdot \delta_0}{p} \quad (m,\ kg) \tag{6}$$

gdzie:

δ_0 — ciężar m^3 powietrza na poziomie 0;

p — ciężar pocisku;

w metodzie *Siacci III.*

$$\frac{1}{c'} = c\,\beta' = \frac{a^2 \cdot 1000 \cdot i \cdot \beta' \cdot \delta_0}{p \cdot 1{,}206},\ (m,\ kg) \tag{7}$$

skąd, po przyjęciu $\delta_0 = 1{,}208$, mamy

$$i\,\beta' = c\,\beta' \cdot 0{,}00099835\,\frac{p}{a^2}\,; \tag{8}$$

w metodzie *Otto-Lardillon'a*

$$c = \frac{a^2 \cdot \pi \cdot i \cdot \delta_0 \cdot g \cdot 0{,}0140}{4\,p \cdot 1{,}206} \quad (m,\ kg) \tag{9}$$

skąd, przy $\delta_0 = 1{,}208$,

$$c = \overline{1{,}0335937} \cdot \frac{a^2\, i}{p}, \tag{10}$$

Jak to już było podkreślone, wartość współczynnika kształtu zmienia się wraz z szybkością i kątem rzutu.

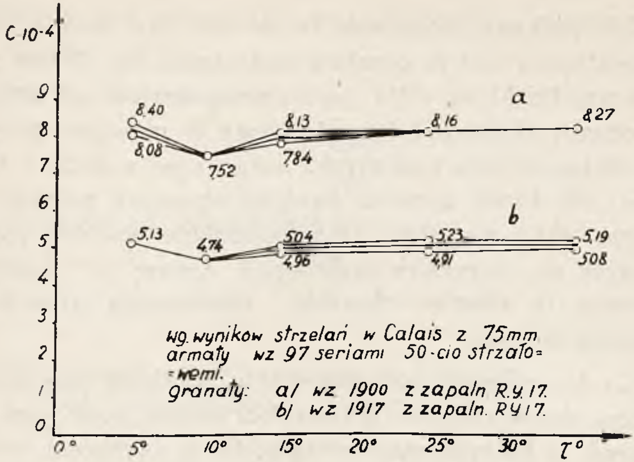
Ograniczymy się tutaj do rozpatrzenia wartości „*i*", odpowiadających kątowi rzutu $\tau_0 = 40^0$, a to z następujących powodów:

1) przy opracowaniu konstrukcyjnym sprzętu szczególnie ważne jest określenie największej donośności;

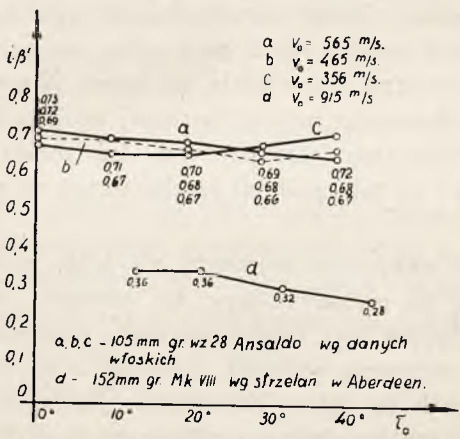
2) w praktyce przyjmuje się najczęściej, iż donośność maksymalną otrzymujemy przy kącie rzutu $\tau_0 = 40^0$, a to głównie dlatego, że dla powyższego kąta istnieją różne tabele i wykresy znacznie uproszczające rachunki. Ponieważ rzeczywisty kąt maksymalnej donośności jest nieco większy, otrzymujemy pewien mały zapas donośności, który później może być odpowiednio wykorzystany;

3) zmienność wartości „*i*" wraz z kątem rzutu dla kątów ponad 20^0 do 25^0 jest, przy należytej stabilizacji pocisku, stosunkowo mała, tak iż określony współczynnik może być, z dostateczną dla naszych celów dokładnością, odniesiony do całej grupy kątów od 20^0 do 40^0.

Na załączonych rys. 5 i rys. 6 mamy podane przykłady zmienności współczynnika kształtu z kątem rzutu w metodzie *Gâvre i Siacci III-Faselli.*



Rys. 5. Metoda Gâvre.



Rys. 6. Metoda Siacci III-Faselli.

Jak widzimy, zmienność ta nie jest zbyt wielka. Charakterystyczny jest tu przebieg zmienności dla 75 mm granatów wz. 1900 i wz. 1917: początkowo wartość „*i*" maleje, co możnaby tłumaczyć tym, że coraz to mniejszy procent toru obejmuje faza znacznych nutacyj po wylocie z lufy; później dla torów coraz to bardziej stromych wartość „*i*" poczyna lekko wzrastać, prawdopodobnie wskutek pogarszających się warunków stabilizacji. Zmiany „*i*" możnaby częściowo tu również objaśnić zmiennością przeciętnej szybkości na torze.

Co do szybkości początkowej, to będziemy stawiali zasadniczo dosyć szerokie granice, oczywiście poza tymi wypadkami, w których wzór uwzględnia te szybkości w sposób specjalny. Postępowanie takie przyczyni się niewątpliwie do znacznego zmniejszenia dokładności interesujących nas wzorów, niemniej jednak jest ono zupełnie usprawiedliwione, gdyż charakter wpływu szybkości początkowej na wartość współczynnika kształtu jest cechą bardzo indywidualną pocisku. Próby uwzględnienia tego czynnika według pewnych ustalonych z góry norm, aczkolwiek spotykane w literaturze, nie wydają się ścisłe. Nie wyklucza to oczywiście słuszności pewnej bardziej ogólnej klasyfikacji, np. na pociski tzw. ‚starego typu" lub mniej lub więcej „wydłużone" — taki podział trzeba uznać za zupełnie celowy.

Przede wszystkim zajmiemy się tutaj wzorami odnoszącymi się do metody *Gâvre*, ta bowiem metoda jest, w interesujących nas okolicznościach, stosowana najchętniej, a to zwłaszcza wskutek istnienia tabel inż. *Sugot'a* pozwalających na łatwe określenie głównych elementów torów, przy szybkościach początkowych zawartych w granicach od 100 do 900 m/sek, oraz różnych wykresów bali-

stycznych. Do najbardziej znanych formuł określających „i" należą:

1) wzór inż. *Sugot'a*

$$i_p = \frac{0{,}625}{\sqrt{l'}} \qquad (11)$$

2) wzór inż. *Ottenheimer'a*

$$i_p = \frac{0{,}72}{\sqrt{l'}\, a^{0{,}15}} \qquad (12)$$

(a — w dcm)

3) wzory *Section Technique de l'Artillerie*

a) dla pocisków o dnie ściętym

$$lg\, i_p = 1{,}800 - 0{,}45\, lg\, l'_p \qquad (13)$$

b) dla pocisków bez ścięcia tylnego

$$i_p = 0{,}772 \sqrt{\frac{1 - l'_w}{l'_s} + 0{,}928\, l'^2_w} \qquad (14)$$

przy czym

$$l' = l_s + l'_d \qquad (15)$$

$$l'_p = l'_s + 1{,}25\, l'_d \qquad (16)$$

gdzie:

i_p — przewidywana wartość współczynnika kształtu,

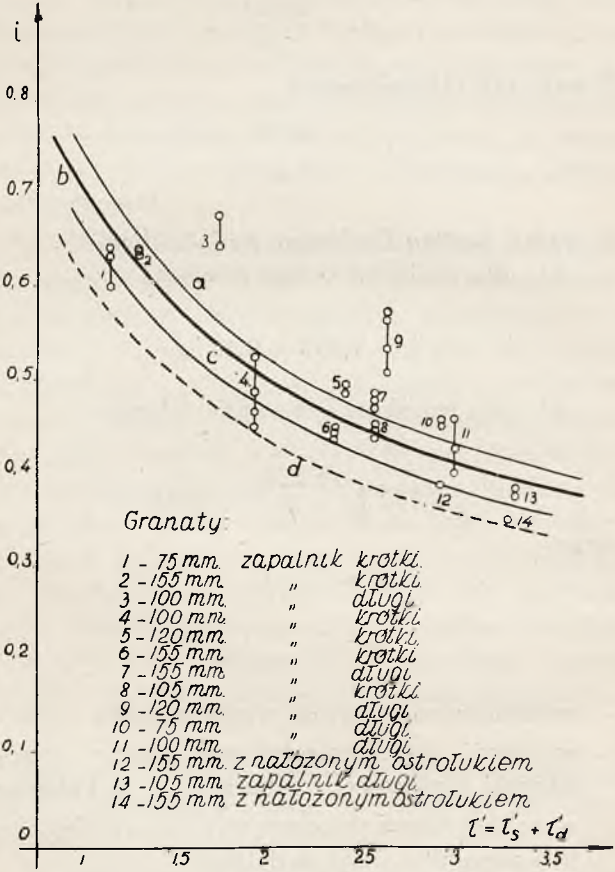
l_s — wysokość części ostrołukowej wraz z wysokością wkrętki głowicowej i zapalnika — w kalibrach;

l'_s — wysokość części ostrołukowej bez wysokości wkrętki i zapalnika — w kalibrach;

l'_d — wysokość ścięcia dennego — w kalibrach;

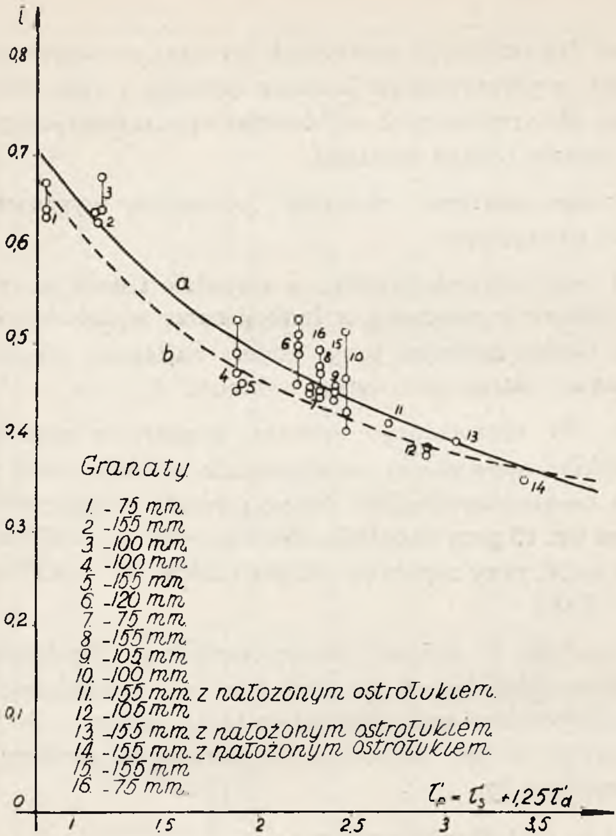
l'_w — długość części dennej pocisku od pierścienia wiodącego do dna — w kalibrach.

(Uwaga: W powyższych wzorach zostały przyjęte wielkości t_s lub t_s' zależnie od tego, która z nich daje wyniki bardziej dokładne).



Rys. 7. Porównanie wartości „i" otrzymanych drogą doświadczalną i ze wzorów:

a) Ottenheimer'a dla gr. 75 mm. c) „ dla gr. 155 mm.
b) „ dla gr 100 mm. d) Sugot'a.



Rys. 8. Porównanie wartości „i" otrzymanych drogą doświadczalną i ze wzorów:

a) proponowanego.

b) Section Technique.

Wykresy (rys. 7 i rys. 8) oraz tabela 4 podają porównanie kilkunastu wartości doświadczalnych „*i*" z wartościami określonymi wzorami dla granatów, typów u nas stoso-

wanych. Na podanych wykresach punkty, przedstawiające wartości współczynników kształtu jednego i tego samego pocisku, ale przy różnych szybkościach początkowych, połączone zostały liniami prostymi.

Przeprowadzone rachunki pozwalają wyprowadzić wnioski następujące:

1) współczynnik kształtu w metodzie *Gâvre* może być dosyć dobrze wyznaczony w funkcji sumy wysokości ostrołuku i stożka dennego, przy czym najlepsze skupienie otrzymamy biorąc pod uwagę wielkość l'_p;

2) dla rozważanego sprzętu, granaty z zapalnikami krótkimi mają niższy współczynnik kształtu niżeli przy użyciu zapalników długich, jak np.: granat stalosurówkowy 155 mm wz. 15 przy zapalniku krótkim oraz $v_0 = 450$ *m/sek* — $i = 0{,}450$, przy zapalniku długim i także $v_0 = 450$ *m/sek* — $i = 0{,}483$.

Zjawisko to można prawdopodobnie wytłumaczyć szeregiem zbiegających się przyczyn, jak: stosunkowo małymi szybkościami przeciętnymi na torze, przy $\tau_0 = 40^0$ i v_0 mniejszymi na ogół od *600 m/sek*, zmiennymi cechami stabilizacyjnymi itp.

3) co do trafności wzorów:

a) wzór inż. *Sugot'a* ustala wartości i_p znacznie za małe, to znaczy posługiwanie się nim będzie nas prowadziło do zbyt optymistycznego określania donośności;

b) wzór inż. *Ottenheimer'a* określa wartości współczynnika kształtu bardziej dokładnie niż poprzedni, błędy bowiem są niemal zawsze rzędu co najwyżej kilku procentów. Celowość związania wielkości „*i*" z kalibrem, wobec pominięcia całego szeregu istotnie ważnych czynników, nie

Tabela 4.

Porównanie wartości współczynnika kształtu określonego różnymi wzorami.

Pocisk	Typ zapal.	Wysokość w kalibrach: ostroł. t'_s	Wysokość w kalibrach: zapal. i wkrętki	Wysokość w kalibrach: śc. den. t'_d	Szybk. pocz. V_0 m/sek.	Wartość i doświad. dla $\tau_0 = 40^0$	Wzór Sugota: i_p	Wzór Sugota: błąd	Wzór Sect. Techn.: i_p	Wzór Sect. Techn.: błąd	Wzór Ottenheimera: i_p	Wzór Ottenheimera: błąd	Wzór proponowany: i_p	Wzór proponowany: błąd
gr. 75 mm.	R.Y.G.	1.66	0.814	0.493	561	0.451	0.363	—19.5%	0.420	— 6.8%	0.435	—3.6%	0.441	—2.2%
					577	0.453		—19.8%		—12.3%		—4.0%		—2.7%
gr. 100 mm.	krótki	1,00	0.260	0.690	261	0.491	0.448	— 8.8%	0.462	— 6.1%	0.516	+5.0%	0.490	—0.2%
					408	0.526		—14.8%		—12.3%		—1.9%		—6.8%
gr. 105 mm.	krótki	1.79	0.295	0.495	360	0.447	0.389	—13.0%	0.425	— 5.0%	0.444	—0.6%	0.446	—0.2%
					550	0.446		—12.7%		— 4.7%		—0.5%		0.%
gr. 155 mm.	krótki	1.12	0.187	—	320	0.642	0.548	—14.6%	—	—	0.590	—8.1%	0.627	—2.4%
					433	0.639				—		—7.7%		—1.9%
155 mm. gr. z wydł. ostr.		2.50	—	0.450	731	0 396	0.364	— 8.0%	0.381	— 3.8%	0.392	—1.2%	0.390	—1.5%
155 mm. gr. z wydł. ostr.		2.90	—	0.420	738	0.352	0.343	— 2.6%	0.363	+ 3.1%	0.370	+5.1%	0.363	+3.1%

może być potwierdzona — wydaje się, że wzór ten można z powodzeniem zmodyfikować wprost na:

$$i_p = \frac{0{,}72}{\sqrt{l'}} \tag{17}$$

c) wzór (14) daje wyniki na ogół niedokładne, natomiast wzór (13) jest pomyślany bardziej trafnie. I tutaj jednak musimy się liczyć z faktem, że wartości „i“ w obszarze $l'_p < 2{,}5$ są prawie zawsze za małe, odwrotnie zaś przy pociskach wydłużonych wartości te, wskutek stałości wykładnika *0,45*, są zbyt duże.

Jak z powyższego widać, wzory dotychczas stosowane nie są dostatecznie dokładne.

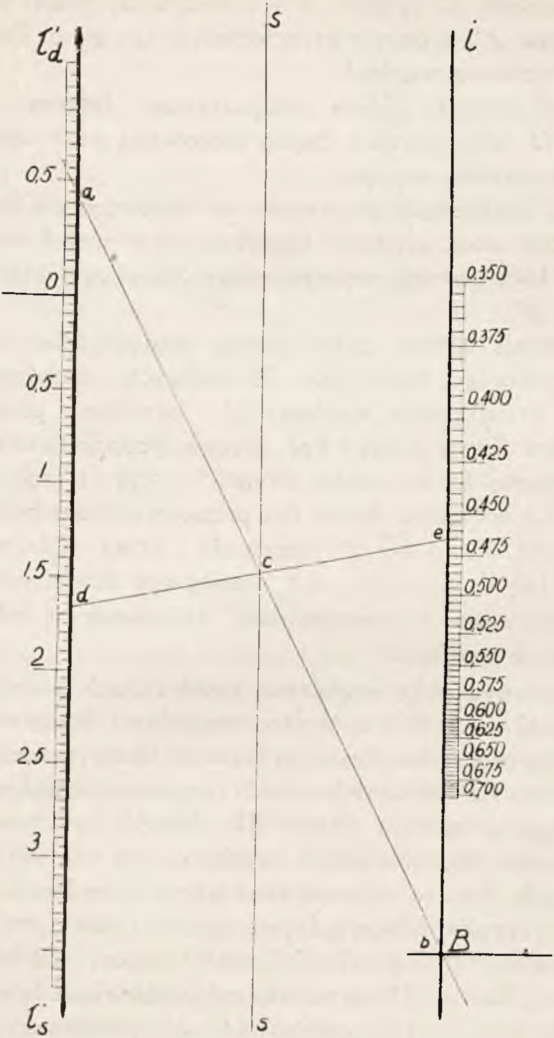
W poszukiwaniu wzoru empirycznego dokładniejszego, doszedłem do wniosku, że najlepsze wyrównanie daje wzór w formie następującej:

$$lg\, i_p = \bar{1}{,}8162 + (0{,}34 + 0{,}04\, l'_p)\, c\, lg\, l'_p\,. \tag{18}$$

Został on ustalony na podstawie wyników rachunków „i“, które przeprowadziłem dla ilości ponad 80 torów, przy czym stosowalność jego została sprawdzona w granicach $l'_p = 0{,}8 — 3{,}6$ dla różnych granatów, typów u nas stosowanych, kalibrów od 75 mm do 155 mm, wystrzelonych pod kątem $\tau_0 = 40^0$, z szybkościami początkowymi w granicach od *300 m/sek* do *750 m/sek*.

Dla ułatwienia operowania wzorem (18) został sporządzony nomogram (rys. 9), pozwalający na szybkie określenie przewidywanej wartości współczynnika kształtu. Nomogramem tym posługujemy się następująco:

Od punktu *O* odkładamy wartość l'_d, otrzymując punkt „*a*“, który łączymy linią prostą z bazą *B*. Następnie odkła-



s
t'_d
i
0,5
a
0
0,5
1
1,5
d
c
e
2
2,5
3
0,350
0,375
0,400
0,425
0,450
0,475
0,500
0,525
0,550
0,575
0,600
0,625
0,650
0,675
0,700
b
B
t'_s
s

Rys. 9.

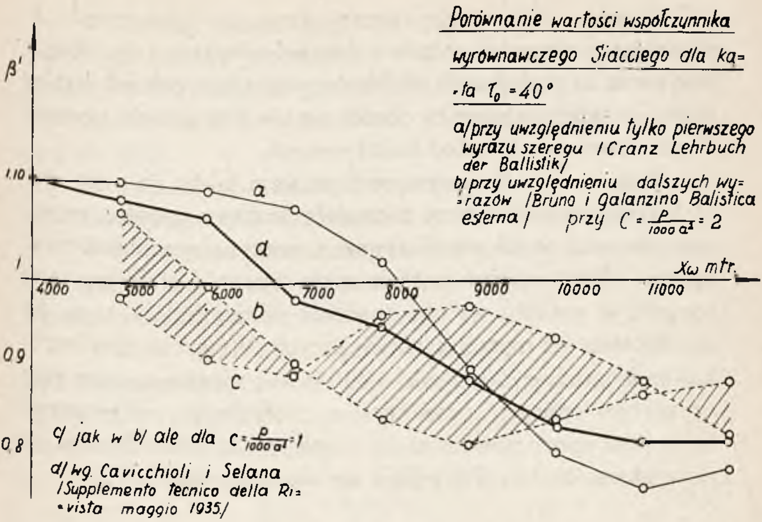
damy wartość l'_s (punkt „*d*") i otrzymany punkt łączymy z punktem „*c*", będącym przecięciem *s*—*s* i *a*—*b*. Punkt „*e*" określa szukaną wartość.

Obok metody *Gâvre* rozpatrzymy jeszcze metodę *Siacci III* jako również często stosowaną przy opracowywaniu projektów sprzętu.

Jak wiadomo w wyrażenie na współczynnik balistyczny wchodzi obok wielkości spotykanych w innych metodach, jeszcze tzw. czynnik wyrównawczy *Siacci'ego,* który oznaczymy „β'".

Obecnie istnieje cały szereg różnych tabel czynnika wyrównawczego Siacci'ego. W dalszych rachunkach będziemy przyjmowali wartości β' określone przez Włochów: kpt. *Cavicchiolli* i kpt. *Selana,* podane przez nich w „Suplemento tecnico della Rivista" — nr. 1, rok 1935, w pracy „La soluzione Siacci del primo problema balistico ed una nuova tavola del β principale", które ujęte w formie prostej tabeli $\beta' = f(\tau_0, x_\omega)$, mogą być dzięki swej dosyć dużej trafności, z powodzeniem stosowane w interesujących nas wypadkach.

Ponieważ przy większych szybkościach początkowych donośność może być w bardzo wygodny i dostatecznie dokładny sposób odczytana z wykresów balistycznych lub też określona na podstawie dość rozpowszechnionych tabel inż. *Sugot'a,* metodę Siacci III - Faselli będziemy stosowali raczej do mniejszych szybkości, np. v_0 mniejsze od 400 m/sek, więc ze wspomnianej tabeli β' będzie nas interesowała rubryka, odpowiadająca kątowi rzutu $\tau_0 = 40^0$ i donośnościom x_ω w granicach mniej więcej od 3000 m do 12000 m. Na rys. 10 są podane odpowiadające temu obszarowi wartości β', jednocześnie zaś, dla porównania, zostały przedstawione wartości tego czynnika wzięte z innych, szerzej znanych tabel.



Rys. 10.

Przyjęcie pewnych wielkości na β' pozwala na wyznaczenie wartości właściwego współczynnika kształtu, o ile oczywiście znana jest wartość współczynnika balistycznego. Należy jednak podkreślić że niektórzy balistycy chętniej operują całą grupą *i* β', co tłumaczą faktem, iż wszelkie podawane wartości β', jako ustalone na podstawie takich lub innych założeń, nie są z natury rzeczy w zupełności ścisłe, to też w konkretnych wypadkach wahania *i* β', na przykład z kątem rzutu lub szybkością początkową, są bardziej płynne i wyrównane niżeli wahania samego współczynnika kształtu, wyodrębnionego przez przyjęcie pewnych β'.

Jeśli chodzi o wahania wartości *i* β', to są one tu większe niż odpowiednie wahania w metodzie *Gâvre* — zjawisko to występuje tym jaskrawiej, im mniejsze są szybkości

początkowe. Jest zresztą rzeczą znaną, że zmienność „i" procentowo wzrasta, w miarę jak przechodzimy do obszarów coraz to mniejszych szybkości początkowych lub kątów rzutu — spostrzeżenie to odnosi się do wszystkich, obecnie u nas stosowanych metod balistycznych.

Jest to nieuniknionym następstwem faktu, że przy małych szybkościach drobne szczegóły budowy pocisku, pominięte we wzorze na współczynnik *i*, zaczynają nabierać znaczenia. Przy małych kątach rzutu warunki stabilizacyjne pocisku w pobliżu wylotu znacznie silniej odbijają się na całości toru niż przy kątach większych. Wreszcie przy szybkościach między 250 m/sek, a 400 m/sek różnice między rzeczywistym oporem powietrza, a dotychczas używanymi funkcjami oporu powietrza są — jak wykazał inż. Dupuis — największe, co również odbije się na zmienności „i".

Tabela 5.

Zmienność wartości $i\beta'$ z szybkością początkową; $\tau_0 = 40^0$

Typ pocisku	Szybkość V_0 *m/s*	Różn. *m/s*	Wartość $i\beta'$	Różnica %
155 mm. gr.	330		0.522	
zapaln. krótki	226	104	0.498	4.6
155 mm. gr.	330		0.547	
zapalnik długi	226	104	0.570	4.0
100 mm. gr.	408		0.575	
zapaln. krótki	303	105	0.537	6.6
100 mm. gr.	415		0.432	
zapaln. R. Y. G.	307	108	0.551	21.6
155 mm. gr.	433		0.725	
zapaln. krótki	320	113	0.784	7.5

W szczególności, jeśli chodzi o metodę *Siacci III-Faselli*, to biorąc przeciętnie — zmiana szybkości początkowej o 100 m/sek pociąga za sobą zmianą $i\,\beta'$ o 4 do 8%, a wyjątkowych tylko wypadkach większą, dochodzącą czasem do 20%.

Na załączonej tabeli 5 zostało podane parę przykładów, ilustrujących tę zmienność.

W literaturze powtarzane są następujące formuły, mające służyć do określania przewidywanej wartości współczynnika kształtu w metodzie *Siacci III:*

1) wzór, oparty na założeniu *Héliego*, iż wartości „*i*" są proporcjonalne do sinusa połowy kąta ostrza ostrołuku, który, po przyjęciu założenia, że dla $n = 1,5$ $i = 1$, będzie się przedstawiał następująco:

$$i_p = \sim 0{,}67 \frac{\sqrt{4n-1}}{n} \tag{19}$$

lub inaczej

$$i_p = \sim 5{,}36 \frac{l_s}{1 + 4\,l_s^2}, \tag{20}$$

ponieważ, w wypadku styczności ostrołuku do części walcowej,

$$\sin\gamma = \frac{\sqrt{4n-1}}{2n}, \tag{21}$$

gdzie „2γ" jest kątem ostrołuku.

Związek ten ustalony dla pocisków „starego typu", został uzupełniony poprawkami ustalonymi na podstawie istniejących materiałów doświadczalnych, a uwzględniającymi wpływ ścięcia dennego, wyrażony w formie:

a) przy szybkościach początkowych, większych od 400 m/sek

$$\frac{\Delta\,i_p}{i_p} = -0{,}6\left(1 + \frac{l_s}{10}\right)\left(1 - \frac{d^2}{a^2}\right), \tag{22}$$

gdzie d — średnica dna

b) przy szybkościach początkowych mniejszych od 250 m/sek

$$\frac{\Delta i_p}{i_p} = -\left(0{,}6 + \frac{t_s}{10}\right)\left(1 - \frac{d^2}{a^2}\right) \tag{23}$$

c) przy szybkościach początkowych zawartych w granicach od 250 m/sek do 400 m/sek

$$\frac{\Delta i_p}{i_p} = -\left(0{,}6 + 0{,}167\, t_s - 0{,}00027\, t_s v_0\right)\left(1 - \frac{d^2}{a^2}\right) \tag{24}$$

gdzie v_0 jest wyrażone w m/sek.

2) wzór kpt. *Ravelli:*

$$i_p = \frac{0.3}{\sqrt{0{,}5 + a}} + 3{,}5\,\frac{t_s}{1 + 4\, t_s^2} - \frac{500}{1200 + v_0}\left(1 - \frac{d^2}{a^2}\right) \tag{25}$$

gdzie a wyrażone w dcm.

Tabela 6 daje porównanie wartości współczynników kształtu, określonych powyższymi wzorami z wartościami rzeczywistymi. Jak widzimy, różnice są dość duże co wytłumaczone być może następującymi względami:

1) w interesującym nas obszarze szybkości (v_0 mniejsze od *450 m/sek)* następują dosyć znaczne wahania „*i*". poza tym poczyna zacierać się wyraźny związek między tą wartością a wysokością ostrołuku i wielkością ścięcia, gdyż coraz poważniej uwydatniają się wpływy całego szeregu innych czynników;

2) wydaje się, że w obydwu wzorach zbyt silnie podkreślony jest wpływ wysokości ostrołuku, wskutek czego dla pocisków o małej wysokości ostrołuku określane wartości „*i*" są zbyt duże, dla pocisków zaś silniej wydłużonych — zbyt małe.

Tabela 6.

Porównanie wartości „i" doświadczalnych i określonych wzorami.

Typ pocisku	Zapalnik	Wys. głow. l_s	Śred. dna d w kalibr.	Szybk. pocz. V_0 m/s	Wart. dośw. i	Wzór Ravelli		Wzór Heliego z poprawką	
						i_p	błąd %	i_p	błąd %
gr. 75 mm	krótki	1.07	0.98	344	0.733	0.915	+25	0.995	+36
gr. 75 mm	RYG	2.48	0.83	577	0.643	0.521	—19	0.400	—38
gr. 100 mm	krótki	1.26	0.83	408	0.651	0.747	+15	0.724	+11
"	"	"	"	303	0.550	0.740	+34	0.715	+30
"	"	"	"	261	0.609	0.737	+21	0.716	+17
gr. 155 mm	"	1.296	1.00	433	0.839	0.794	— 5	0.895	+ 7
"	"	"	"	249	0.741	0.794	+ 7	0.895	+20
"	"	1.93	0.84	450	0.601	0.548	— 9	0.514	—14
"	"	"	"	226	0 455	0.534	+17	0.498	+ 9
"	długi	2.13	"	414	0.625	0.507	—19	0.469	—25
"	"	"	"	226	0.519	0.495	— 5	0.453	—13
gr. 105 mm	krótki	2.08	0.79	420	0.584	0.523	—10	0.443	—24
"	"	"	"	360	0.540	0.519	— 4	0.437	—19
gr. 120 mm	RYG	2.19	0.86	409	0.745	0.527	—29	0.469	—37
"	krótki	1.97	"	409	0.635	0.565	—11	0.519	—18
gr. 100 mm	RYG	1.76	1.00	366	0.820	0.703	—14	0.702	—14

Jeszcze raz należy podkreślić, iż wnioski powyższe odnoszą się do wypadków, gdy szybkość początkowa waha się w granicach od 200 m/sek do 450 m/sek — przy szybkościach większych wzory powyższe stają się bardziej dokładne.

W celach orientacyjnych przewidywana wartość współczynnika kształtu dla metody Siacci III może być

określona w pierwszym przybliżeniu z prostego wzoru, ustalonego w sposób podobny jak wzór (18):

$$i_p = 0{,}980 - 0{,}166\, l'_p\,, \tag{26}$$

dającego dosyć dobre wyniki, o ile l'_p waha się od 0,8 do do 3, v_0 zaś od 200 m/sek do 500 m/sek.

Na przytoczeniu tych kilku szerzej w literaturze powtarzanych wzorów poprzestaniemy, uważając, iż dostatecznie mogą nam one zilustrować możliwość określania przewidywanej wartości „i" oraz osiągalny stopień dokładności przy stosowaniu tych uproszczonych formuł.

Co do samej formy tego typu wzorów, to wydaje się, że należy raczej dążyć do ustalenia formuł możliwie prostych, a przystosowanych za to do pewnego określonego zespołu pocisków skonstruowanych na podobnych zasadach, jak np. z tymi samymi zapalnikami, z tym samym typem opierścienienia, rozkładem mas itp.

W praktyce, przy ustalaniu przewidywanej wartości współczynnika kształtu, często czynione są porównania pocisku opracowywanego z pociskami, których cechy balistyczne są już dokładnie znane. Postępowanie takie należy uznać za całkowicie godne polecenia, uzasadnione i mogące w znacznym stopniu zwiększyć trafność oceny pod warunkiem jednak, że porównania te przeprowadzamy zdając sobie sprawę ze znaczenia tych wszystkich elementów, które różnią porównywane pociski, jeśli bowiem tych czynników ne przeanalizujemy, to porównanie nasze może doprowadzić do zupełnie błędnych wniosków.

Ustalając taką lub inną metodę określania przewidywanej wartości współczynnika kształtu, nie możemy jednak zapominać, iż jest on właśnie tym parametrem, który wyrównuje przybliżone rachunki balistyczne, jest tym nie-

zbędnym składnikiem uproszczonych wzorów balistyki, który z natury rzeczy sam ściśle żadnym wzorem określony być nie może i że wartość jego w sposób zupełnie pewny i dokładny określić można jedynie drogą strzelań. W każdym jednak razie istnieje możliwość określenia „*i*" drogą pewnych spekulacyj z wystarczającą praktycznie, przy projektowaniu sprzętu, dokładnością. Osiągnięta zostanie ona wówczas, gdy konstruktor w każdym interesującym go wypadku przeanalizuje w dostatecznej mierze te wszystkie momenty, które tu mogą wchodzić w grę. Podkreślenie tych właśnie kilku głównych momentów było celem powyższych uwag.

Inż. FRANCISZEK KORYCIŃSKI.

ZAGADNIENIE BEZPIECZEŃSTWA W WYTWÓRNI PROCHU AMONOWEGO.

W historii prochu amonowego wojna światowa to jak gdyby próba generalna, próba, która wykazała jego usterki i niedociągnięcia, ale zarazem jego olbrzymie znaczenie dla sprawy obrony kraju. Lata powojenne przyczyniły się niewątpliwie do dalszego ulepszenia tego prochu, co bezsprzecznie podnosi jego znaczenie i w konsekwencji w odpowiednim czasie bądź to na skutek świadomej woli, bądź konieczności życiowych, w wielu krajach wysunie na czoło zagadnień sprawę produkcji na wielką skalę prochu amonowego. Aby jednak produkcja ta mogła dać maximum korzyści, trzeba, aby odbywać się ona mogła bez przeszkód, to też niewątpliwie zagadnienie bezpieczeństwa należy również w tej dziedzinie do zagadnień pierwszorzędnej wagi. Jednakże zagadnienie to nie jest łatwe do omówienia z wielu względów, a przede wszystkim z powodu różnorodności metod fabrykacyjnych, z których każda posługuje się odmienną aparaturą i pracuje w różnych warunkach. Dlatego też w artykule niniejszym omówione zostaną tylko zagadnienia najogólniejsze.

Proch amonowy nie należy do materiałów zbyt łatwo zapalnych, co wybitnie wyróżnia go od prochu czarnego

lub nitrocelulozowego. I tak np. na otwartej przestrzeni przy pomocy zapałki zapalić go jest dość trudno; tym bardziej przy pomocy lontu Bickforda lub iskry elektrycznej. Jest to tym dziwniejsze, że temperatura jego zapłonu, np. w porównaniu z prochem czarnym, leży dużo niżej. Według Gutmanna temperatura zapłonu prochu czarnego wynosi minimum 265° (Gutmann, Die Industrie der Explosivstoffe, str. 302) podczas gdy temperatura zapłonu prochu amonowego zbliżona jest do temperatury prochów koloidalnych i wynosi według Herbsta (Chemiker Zeitung, rok 1935, str. 244), normalnie 160 — 165°. Decydującym czynnikiem jest tu więc szybkość spalania oraz łatwość reakcji składników. W wypadku prochu amonowego szybkości spalania się nie można np. badać na rynience, jak to się często robi w stosunku do prochu czarnego, gdyż materiał stale gaśnie. Proch amonowy zapalony spala się płomieniem prawie że bezdymnym, zbliżonym swym charakterem i barwą do płomienia prochów koloidalnych, jednak silnie iskrzącym. Rozpalone cząsteczki węgla rozpryskują się na wszystkie strony, co oczywiście doprowadza następnie do wzrostu płomienia i rozprzestrzeniania się ognia. W odróżnieniu od prochu czarnego lub nitrocelulozowego, pożar nawet większych ilości prochu (100 kg i więcej), nie ma nigdy charakteru eksplozji w pomieszczeniach otwartych. Z powyższego przedstawienia rzeczy możnaby wysnuć wniosek, iż fabrykacja prochu amonowego nie przedstawia niebezpieczeństwa. Tymczasem wiadomo, iż pożary podczas fabrykacji były zjawiskiem bardzo częstym, że ją bardzo utrudniały i komplikowały, powodując częstokroć zniszczenie aparatów i budynków, których odbudowa w warunkach wojennych przedstawiała nieraz dużo kłopotu.

O ile proch amonowy jest trudno zapalny od gołego płomienia, o tyle podatny jest do samozapalenia, szczegól-

nie w pewnych warunkach. Już podczas wojny temu zagadnieniu poświęcono sporo pracy; w Niemczech Centralny Urząd Badań Naukowych i Technicznych znalazł, iż spośród metali tylko cynk obniża temperaturę zapłonienia prochu amonowego. Oczywiście również i metale zawierające cynk działać mogą podobnie, podczas gdy miedź tego ujemnego działania jakoby nie wywierała. W czasach najnowszych Herbst (loco. cito.) opublikował swe badania nad zapalnością prochu amonowego. Z badań tych wynika, że nie tylko cynk, ale również i miedź, a nawet żelazo (rdza), jak również niektóre sole potasowe dzięki działaniu katalitycznemu obniżają do tego stopnia temperaturę zapłonienia prochu amonowego, że już w temperaturze 80° może nastąpić samozapłon. Według tegoż autora również gatunek węgla odgrywa tutaj rolę pierwszorzędną. Im temperatura wypalania węgla jest niższa, tym również temperatura zapłonienia prochu amonowego leży niżej. W tym świetle łatwo możemy zrozumieć, iż pożary musiały być częste. Wyrób prochu amonowego odbywał się bowiem przeważnie w fabrykach prochu czarnego, wiadomo zaś, iż tam stosuje się właśnie bardzo często metale tego rodzaju, jak cynk, miedź i mosiądz, które z łatwością ulegają korozji zanieczyszczając proch i obniżając jego temperaturę zapłonu. O powyższym pamiętać dobrze należy, przestawiając fabrykę prochu czarnego na wyrób prochu amonowego.

Niebezpieczeństwo samozapłonu zależne jest również od metody fabrykacji. Jasną jest rzeczą, że metody mokre przedstawiają pod tym względem większe niebezpieczeństwo niż suche, i to z dwóch powodów. Raz dlatego, że roztwory saletry amonowej daleko silniej działają na aparaturę niż saletra sucha, po wtóre, iż zetknięcie między ciałem tlenonośnym jakim jest saletra amonowa i węglo-

nośnym, jakim jest węgiel drzewny, — jest bardzo dokładne, co ułatwia reakcję utleniania wywiązującą duże ilości ciepła, nagromadzenie którego wobec złego przewodnictwa materiału doprowadzić musi do samozapłonu; szczególniej łatwo, jeśli temperatura zapłonu jest obniżona dzięki zanieczyszczeniom. Jak wiadomo, ze względu na higroskopijność saletry amonowej, ubikacje produkcyjne muszą być ogrzewane. W warunkach wyżej omówionych, pył osiadając na grzejnikach z łatwością może osiągnąć temperaturę 80° lub nawet 100°, tworząc tam zarodki pożaru.

Przeglądając jednak kroniki wypadków przyjść musimy również do przekonania, iż lwią ich część spowodowało niedbalstwo lub nieostrożność, co znajduje wytłumaczenie w trudnych warunkach produkcji podczas wojny. Teraz łatwo zrozumiemy, dlaczego pożary musiały być częste, aczkolwiek rzadko kiedy były one groźne i ograniczały się przeważnie do zapalenia się szarży na biegaczu lub też szarży zwalcowanej, co przy walcowaniu trwającym 3 do 6 godzin i silnym zagrzewaniu się podczas tej operacji materiału jest samo przez się zrozumiałe. Wypadki eksplozji zachodziły, jeśli nie wyłącznie, to w każdym razie przeważnie podczas prasowania na prasie hydraulicznej. Przyczyny, które je spowodowały, nie są dostatecznie wyjaśnione z powodu rozrzucenia matryc i zniszczenia miejsca pracy. Przypuszczano, że spowodowane zostały obecnością ciał obcych, tarciem stempla o formę, sprężeniem adiabatycznym powietrza zawartego w materiale itp. Wynikałoby z tego, iż jedynie prasę hydauliczną uważać należy za miejsce naprawdę niebezpieczne. W osiemnastu mniej więcej dokładnie opisanych wypadkach w różnych fabrykach podano następujące przyczyny: 8 razy samozapalenie prochu na grzejnikach lub

w pobliżu, 5 razy wybuch na prasach hydraulicznych z przyczyn ściślej nieokreślonych, 4 razy zapalenie szarży podczas walcowania i raz krótkie spięcie na przewodach elektrycznych.

Jak z powyższego widzimy, proch amonowy jest materiałem stosunkowo bezpiecznym w porównaniu z innymi gatunkami prochu, jak czarny lub nitrocelulozowy, gdyż nawet w razie pożaru nie grozi on detonacją, przez co szkody spowodowane wypadkiem są zwykle lokalne i stosunkowo nieznaczne, ograniczają się bowiem do zniszczenia palnych części budynku czy też maszyny. Nie znaczy to jednak bynajmniej, aby można je było bagatelizować, bo aczkolwiek wypadki te są na ogół niegroźne, to jednak mogą być bardzo częste, a jak wiadomo likwidowanie skutków wypadku w warunkach wojennych jest daleko trudniejsze niż w czasie pokojowym, poza tym odbijają się one niekorzystnie na wysokości produkcji. Dlatego też z kolei rzeczy zająć się wypada wymaganiami, jakie stawiać należy nowoczesnej wytwórni prochu amonowego.

Odnośnie budownictwa, to większą uwagę należy przywiązywać do sposobu budowy przeciwogniowego niż przeciwwybuchowego, a więc budynki drewniane będą tu mniej zalecane. Również sprawa dachów nie jest obojętna i powinna być rozwiązana w kierunku konstrukcji całkowicie niepalnych. Podłogi — najlepiej asfaltowe, lekko nachylone w kierunku ścieku; ściany tego rodzaju, aby kurz nie mógł na nich osiadać, poza tym łatwe do zmywania. Ogrzewanie każdej ubikacji zarówno roboczej jak i składowej, jednakże raczej wodne niż parowe i obliczone w ten sposób, aby temperatura grzejnika nie przekraczała 70°. Grzejniki ogrodzone poręczą uniemożliwiającą zbyt bliskie przysunięcie materiału do grzejnika. Do każdej ubikacji doprowadzona woda tak, aby przynajmniej raz na dzień

można było przy pomocy węża spłukać ściany, sufit i podłogę. Bardzo celowe okazać się mogą urządzenia do zalewania ubikacyj wodą, baczyć jednak należy na celowy i wygodny sposób ich uruchamiania. Ten sposób gaszenia pożaru może jednak niekiedy okazać się niepraktyczny ze względu na zniszczenie całej ilości prochu znajdującej się w ubikacji, stosować go więc należy w ostateczności. Co do gaśnic, to ani pianowe, ani proszkowe nie nadają się zupełnie wobec samowystarczalności tlenowej materiału oraz zanieczyszczenia go. W rachubę wchodzą jedynie gaśnice śniegowe, ale i to z zastrzeżeniem, ze względu iż powodować one mogą podczas akcji elektryzację materiału oraz rozdmuchiwać płonący materiał po całej ubikacji. Muszą być przeto stosowane bardzo umiejętnie. Zaletą ich byłoby, iż pozwalają na ugaszenie pożaru w zarodku bez zniszczenia materiału. Odnośnie maszyn i aparatów, to do ich konstrukcji używać należy materiałów nie ulegających korozji. Unikać więc trzeba cynku, miedzi, mosiądzu itp. oraz używać żeliwa odpornego na działanie roztworów saletry amonowej. Drzewo również niekoniecznie jest godne polecenia, ze względu na palność, chyba po uprzedniej impregnacji. Na powyższe czynniki zwrócić należy już uwagę podczas procesu syntezy saletry amonowej, a to w celu, aby wolna ona była od zanieczyszczeń obniżających temperaturę zapłonu prochu amonowego. Również węgiel odpowiadać musi specjalnym przepisom. Pewne pojęcie o temperaturze, w której prowadzone było wypalanie, daje przewodnictwo elektryczne węgla, należy je więc wprowadzić do stałej kontroli surowca. Ponadto starać się należy, aby zawartość w nim węglanu potasu była możliwie mała ze względu na katalityczne działanie soli potasowych i wypieranie amoniaku podczas impregnacji.

Wreszcie nie bez wpływu na ogólny stan bezpieczeń-

stwa jest sposób i system pracy. Tutaj naczelnym postulatem jest, aby półprodukty nie gromadziły się nigdzie w większej ilości w oczekiwaniu, aż przyjdzie na nie kolej przeróbki. Praca musi iść płynnie, to też sharmonizować należy wydajność poszczególnych aparatów i ludzi posługując się wykresami Ganta, harmonogramami Adamieckiego i t. p. Proch amonowy wymaga na ogół w ubikacjach, w których jest produkowany, powietrza suchego, ze względu na higroskopijność materiału. Okoliczność ta sprzyjać może niebezpieczeństwu zapalania od wyładowań elektryczności statycznej, dlatego też dbać należy usilnie o dobre uziemienie aparatów oraz rozpraszanie gromadzących się ładunków. Przy zachowaniu należytych ostrożności i racjonalnej organizacji pracy jak również użyciu właściwych instalacyj, produkcja prochu amonowego stać się może najzupełniej bezpieczna, a w każdym razie dużo bezpieczniejsza niż prochu czarnego lub nitrocelulozowego. Tak np. w jednej z nowo wybudowanych podczas wojny fabryk prochu amonowego, w ciągu ostatnich 15 miesięcy produkcji, wydarzyły się zaledwie 4 drobne pożary i 1 wyfuknięcie, które razem wzięte spowodowały zaledwie nieznaczne straty materialne.

EUGENIUSZ DUNIN-MARCINKIEWICZ.

PRZYGOTOWANIE PRZEMYSŁU UZBROJENIOWEGO NA WYPADEK WOJNY.

(ciąg dalszy *)

Surowce

W poprzednim artykule poruszyliśmy zagadnienie zaopatrzenia w czasie wojny wojska w broń i amunicję, wychodząc z dowolnego założenia ,iż omawiane wojsko składa się ze 100 dywizyj piechoty z odpowiednimi formacjami w postaci artylerii, kawalerii, lotnictwa, broni pancernej itp.

Wyprowadziliśmy szereg liczb, charakteryzujących roczne zapotrzebowanie tego wojska w sprzęt uzbrojenia oraz podających niezbędne ilości poszczególnych metali, prochów i materiałów kruszących na wyrób amunicji do tej broni.

Poza tym omówiliśmy pokrótce sprawy personelu i wytwórni.

---

*) p. Zeszyt 36, str. 196.

Obecnie, przechodząc do sprawy surowców i zachowując kolejność przyjętą w poprzednim artykule, rozpoczniemy rozważania od stali.

Wychodzimy przy tym z założenia ,iż wszystkie zasoby kraju są do dyspozycji obrony Państwa.

a) Stal.

Pod tą nazwą będziemy rozumieli wszelkie jej odmiany, jako to: stale stopowe, węgliste, żeliwo staliste, żeliwo zwykłe itd. Ogólne zapotrzebowanie stali dla wykonania amunicji zostało określone liczbą 841.000 ton rocznie.

Do tej wartości dojdą jeszcze pewne ilości, gdyż nie zostały jeszcze uwzględnione stale stopowe, następnie stale dla potrzeb budownictwa wojennego, kolei żelaznych itp.

Zobaczmy najpierw, jak przedstawia się sprawa *stali stopowych.*

W ciągu roku musimy przewidywać poniższe ilości stali stopowych, z których będą wykonane następujące przedmioty (p. str. 367).

Te ilości stali stopowych powinny dostarczyć piece elektryczne, przy czym należy liczyć się jeszcze z potrzebami innych resortów państwowych, jak np. intendentura, łączność, sanitariat oraz potrzebami rynku prywatnego.

Przejdźmy teraz do *stali zwykłej.* W poprzednim artykule ogólne roczne zapotrzebowanie stali na wyrób pocisków zostało określone liczbą 841.000 ton. Załóżmy, że połowa tych pocisków będzie wyprasowana ze stali pociskowej, a połowa odlana z żeliwa stalistego. Pociski chromoniklowe przeciwpancerne zostały uwzględnione w poprzedniej tabeli. Wobec tego na wykonanie pocisków prasowanych potrzeba będzie 420.000 ton stali. Jeżeli do tego dodamy np. 5% na wykonanie dział, przodków i jasz-

		Ilość przedmiotów	Potrzeba stali w tonach	Ilość kg stali na 1 sztukę
1	karabinki	612.000	3.366	5,5
2	r. k. m.	22.780	228	10
3	c. k. m.	6.084	72	12
4	granatniki	5.832	117	20
5	moździerze bat.	540	81	150
6	moździerze pułk.	180	180	1.000
7	armaty przeciwczołgowe	864	864	„
8	„ piechoty	864	8.748	„
9	„ lekkie i konne	2.916	2.160	3.000
10	haubice „	720	1.960	„
11	„ 155 mm	392	735	5.000
12	armaty 105 mm	147	1.176	„
13	„ 120 mm	196	1.080	6.000
14	„ najcięższe	72	1.080	15.000
15	hb „	72	1.200	„
16	armaty przeciwlotnicze	300	585	4.000
17	silniki lotnicze	3.000	585	195
18	wieże pancerne	—	1.000	—
19	blachy „	—	1.400	—
20	pociski „	—	4.500	—
21	samochody pancerne	—	3.000	—
22	matryce	—	2.500	—
	stale st. do innych celów	—	3.000	—
			39.896 czyli ok. 40.000 tonn	

czy, 50% na kolejnictwo, 40% na budownictwo wojenne 30% na wykonanie drutu kolczastego oraz 35% na potrzeby rynku prywatnego i inne, to otrzymamy, że roczne zapotrzebowanie stali będzie wynosiło 1.092.000 ton.

Zakładając, iż wsad do pieców martenowskich będzie składał się z 30% surówki oraz z 70% łomu stalowego, otrzymamy, że potrzeba będzie 327.600 ton surówki oraz 764.400 ton łomu stalowego.

Wyżej zaznaczyliśmy, iż na pociski lane potrzeba bę-

dzie 421.000 ton *surówki* [1]), wobec tego omawiane zapotrzebowanie wyniesie 748600 surówki i 764.400 t. łomu stalowego. Wyłania się ważna kwestia *łomu stalowego*. Rząd Rzeszy niemieckiej, zdając sobie doskonale sprawę z ważności posiadania zapasów stali w kraju, wydał zakaz wywozu takowej za granicę. Rządy innych państw wydały również podobne zakazy, wobec czego cena łomu poszła znacznie w górę. Do podrożenia stali przyczyniły się masowe zakupy łomu stalowego przez inne kraje, w pierwszym rzędzie — Japonię, a podczas wojny włosko-abisyńskiej — przez Italię.

Brak łomu stalowego na rynkach światowych oraz wysokie jego ceny zmusiły państwa do otrzymania tego łomu inną drogą, a mianowicie przez rozbiórkę starych statków morskich. Powstał cały szereg przedsiębiorstw zajmujących się rozbiórką statków w Niemczech (Hamburg, Lubeka), Japonii, Francji (Bizerta) itd. Cała była flota wojenna Wrangla została w ten sposób rozebrana i pocięta na kawałki. Bizerta, w której ta flota znalazła schronisko, stworzyła warsztaty, które pocięły wszystkie okręty floty Wrangla i które, dzięki bogatemu doświadczeniu, stanęły na b. wysokim poziomie dając olbrzymie zyski swom właścicielom. Niedawno przedsiębiorstwo to zakupiło też 15 statków, przeważnie z francuskiej floty wojennej.

Wyżej zaznaczyliśmy, iż przedsiębiorstwa te zajmują się rozbiórką starych okrętów. Otóż słowo „starych" nie trzeba brać dosłownie; nie znaczy ono wcale, że są to przerdzewiałe stare „pudła", z których wyjęto wszystko, co było tam więcej wartościowego. Sprawa polega na tym, iż

---

[1]) Uwaga: właściwie, tworzywo pocisków lanych będzie zawierało pewną ilość łomu stalowego, jednak, aby nie komplikować zbytnio obliczeń. nie bierzemy tego pod uwagę.

każdy statek podlega co pewien czas technicznym oględzinom w macierzystym porcie. Komisja orzeka, że ze względu na pewne usterki statek przenosi się z pierwszej kategorii do drugiej, w konsekwencji traci on prawo na przewóz pewnego rodzaju ładunków, a jednocześnie towarzystwa asekuracyjne podnoszą taryfę asekuracji. Wtedy poprostu nie opłaca się jego eksploatacja. Okręt jest właściwie jeszcze zupełnie dobry, lecz nie rentujący się, podlega zatem sprzedaży. Na razie takich okrętów jest jeszcze bardzo dużo. Powinniśmy również założyć takie przedsiębiorstwa w kraju, co poza zatrudnieniem wielkiej ilości robotników, da nam niezbędny łom stalowy; a duża rentowność warsztatów zajmujących się rozbiórką okrętów na pewno przyciągnie kapitał krajowy.

Po określeniu potrzebnej ilości surówki ,należy sprawdzić, czy *odlewnie* krajowe (hutnicze, fabryczne i samodzielne) podołają zadaniu co do wykonania wymagalnej ilości pocisków, licząc, że na cele odlewu pocisków przeznaczy się połowę odlewni hutniczych, 2/3 fabrycznych i połowę odlewni samodzielnych.

Należy wziąć pod uwagę, że ze względu na primitywność urządzeń z jednej strony oraz ze względu na wysokie wymagania stawiane pociskowym odlewom, z drugiej, — wartość odlewni samodzielnych jest bardzo problematyczna.

O ileby istniejące odlewnie nie mogły podołać zadaniu, należy stworzyć nowe ,duże zupełnie nowoczesne odlewnie, które muszą być wybudowane stosownie do planów uzbrojenia, być przeznaczone do wyrobu pewnego z góry określonego rodzaju pocisków, posiadać na miejscu środki opałowe (gaz ziemny), oraz mieć potrzebną ilość form, maszyn formierskich, sprawdzianów, zapas surowców oraz należycie wyszkolony personel.

Rozpatrzmy teraz, jak przedstawia się zagadnienie stali u naszych sąsiadów — Niemiec i Rosji.

Wytwórczość stali surowej w tonach wg artykułu inż. S. Płuszczewskiego, umieszczonego w „Przeglądzie Górniczo-Hutniczym" Nr. 11 z listopada 1936 r., — przedstawiała się jak następuje:

	1913	1935	1936
Niemcy	10.919.000	16.096.000	18.600.000
Z. S. R. R.	4.231.000	12.405.000	15.785.000
Polska	1.661.000	945.000	1.035.000

Wytwórczość surówki wg tegoż autora przedstawiała się następująco:

	1913	1935	1936
Niemcy	10.916.000	12.540.000	14.768.000
Z. S. R. R.	4.216.000	12.507.000	14.250.000
Polska	1.031.000	424.000	526.000

Podział produkcji żeliwa (odlewów) w Niemczech w r. 1934 był następujący (Giesserei 1936, zeszyt 10):

Przemysł maszynowy	775.000 ton	—	36.5%
Rury wodociągowe	257.000 „	—	12.1%
Odlewy handlowe	1.021.000 „	—	47.9%
Żeliwo ciągliwe	75.000 „	—	3.5%
Razem	2.128.000 ton,		

W Z. S. R. R. w roku 1932 sprawa ta przedstawiała się jak poniżej:

1.	maszyny rolnicze	440.000	ton	— 19.6%
2.	samochody, ciągniki	245.000	„	— 10.8%
3.	parowozy, wagony	230.000	„	— 10.8%
4.	przemysł energetyczny	111.000	„	— 4.8%
5.	„ elektrotechniczny	34.000	„	— 2.8%
6.	„ metalurgiczny	225.000	„	— 10.1%
7.	„ maszynowy średni	229.000	„	— 10.2%
8.	„ „ ciężki	100.000	„	— 4.4%
9.	rury wodociągowe	276.000	„	— 12.2%
10.	odlewy handlowe	336.000	„	— 14.9%
	Razem	2.258.000	ton.	

Możliwości powiększenia produkcji w Niemczech są duże, wobec czego ilość przerobionej surówki w r. 1934, czyli 2.128.000 ton może całkowicie pójść na cele uzbrojenia.

Z kwestią produkcji różnych odmian stali ściśle łączą się zagadnienia *rudy* i *paliwa*.

Zawartość w rudzie pierwiastku zasadniczego (dla rudy żelaznej — Fe, dla rudy miedzianej — Cu itp) decyduje o rentowności eksploatacji tej rudy. Prof. H. Schneiderhöhn — dyrektor Instytutu Mineral. we Fryburgu podaje następującą tabelkę opłacalności eksploatacji poszczególnych rud. (p. str. 372).

Z tego zestawienia widzimy, że przy dzisiejszym stanie techniki górniczej i hutniczej najmniejszą zawartością żelaza w rudzie jest 30%; przy mniejszej zawartości żelaza obróbka rudy już się nie opłaca.

	Opłacalna zawartość rudy w procentach	Zawartość w skorupie ziemi w %	Współczynnik wzbogacenia
Żelazo	30	5,08	6-krotny
Mangan	25	0,09	80 "
Nikiel	1,5	0,018	80 "
Miedź	1,0	0,010	100 "
Platyna	0,001 (10 gr. na 1 tonę)	0,000.005	200 "
Cynk	8	0,017	470 "
Chrom	25	0,038	660 "
Ołów	5	0,003	1700 "
Cyna	1	0,0006	1700 "
Złoto	0,001 (10 gr. na 1 tonę)	0,0000006	1700 "
Srebro	0,05 (500 gr. na 1 tonę)	0,000006	8000 "

Pod względem składu chemicznego rudy jesteśmy w Polsce w jednakowych prawie warunkach z Niemcami — posiadamy bowiem rudy ubogie w żelazo (ok. 35%). Wobec tego nie może być dla nas rzeczą obojętną, w jaki sposób obecnie Niemcy rozwiązują u siebie zagadnienie rud żelaznych.

Jak wiadomo, żywe tempo, które nadał Rząd Hitlera przemysłowi, wywołało duży ruch w produkcji różnych odmian stali, szybki wzrost importu rud bogatych w żelazo (szwedzkich, rosyjskich i inn. o zawartości 65%) ,co w dużej mierze przyczyniło się do pochłonięcia zapasów dewizowych i kruszczowych Banku Rzeszy. Spowodowało to szereg zarządzeń, na których mamy zamiar zatrzymać się nieco dłużej.

Pierwszym zarządzeniem było zabronienie importu, a wobec tego dążenie do samowystarczalności. Trzeba je-

dnak zaznaczyć, iż przemysł hutniczy Niemiec był dotychczas nastawiony na przeróbkę bogatych rud importowanych. Na to wskazuje szereg wielkich pieców wybudowanych w miastach portowych, a poza tym ten fakt, że np. w roku 1934 z 15,2 milionów ton rud żelaznych manganowych, które zostały przerobione na wielkich piecach, tylko 4,9 milionów ton było pochodzenia krajowego, a 10,3 miliona ton, czyli 68%, zostało sprowadzone z zagranicy.

Zarządzenia, które wydał rząd Rzeszy szły w następujących kierunkach:

1. Utworzenie szeregu instytucyj naukowo - badawczych mających na celu:
   a) znalezienie nowych źródeł surowców w kraju,
   b) stworzenie nowych sposobów produkcji poszczególnych metali,
   c) znalezienie metali zastępczych.
2. Racjonalna gospodarka surowcami.
3. Zarządzenia prawno - polityczno - taryfowe, celem stworzenia warunków sprzyjających rozwojowi przemysłu krajowego.

Dla wykonania tego planu rząd przyciągnął do pracy wszystkie istniejące organizacje zawodowe (Reichsgemeinschaft der Technischwissenschaftl. Arbeit, czyli R. T. A., która obejmuje szereg stowarzyszeń fachowo - technicznych) oraz stworzył szereg innych. Następnie przeprowadził scalenie całego gospodarstwa Niemiec, tworząc podział na 12 grup. Na czele pierwszej grupy (górnictwo i hutnictwo) stanął znany przemysłowiec i uczony d-r Krupp von Bohlen u. Halbach, który stworzył odpowiednią organizację swojej grupy i z właściwą Niemcom systematycznością przystąpił do pracy.

Zaczęto szczegółowe poszukiwania złóż na terenie Niemiec (w Badenii, Wirtenbergii i inn.).

4. Wiad. Techn. Uzbr. Nr 37.

Wprowadzono nowe metody wzbogacenia oraz nowe metody przeróbki hutniczej rud, opartych przeważnie na bezpośredniej redukcji rud z ominięciem procesu wielkopiecowego. Możemy przytoczyć jako przykład metodę Flodin-Gustaffsona oraz Kallinga w obrotowych piecach elektrycznych, metodę otrzymania żelaza gąbczastego Ekelunda, opartą na redukcji gazami.

Produkcję żelaza gębczastego uruchomiono w Bochum przez Kruppa z roczną produkcją 30.000 ton. Poza tym uruchomiono przeróbkę ubogich w żelazo rud (20%) w Guthoffungshütte itp. Ale właściwą rewelacją można nazwać metodę Kruppa służącą do przeróbki biednych rud żelaznych: „Rennverfahren" oraz odlewy w próżni.

Na skutek zwiększenia wydobycia rud żelaznych otrzymano w roku 1935 o 1 milion ton więcej niż w roku 1934. W roku 1936 powiększono zdobycz prawie o 3 miliony ton. Lata następne dadzą dalsze powiększenie wydobycia rudy.

Wydano szereg zarządzeń, służących do wprowadzenia metali zastępczych zamiast żelaza. Ponadto wydano szereg ustaw dotyczących potanienia taryfy kolejowej na przewóz surowców, premiowania robotników, zastosowano politykę sprzyjającą wprowadzeniu inwestycyj, zaprowadzono oszczędną gospodarkę surowcami, wydano zakaz eksportu stali. Wszystko to przyczyniło się nie tylko do ożywienia w przemyśle, lecz w znacznej mierze uniezależniło go od zagranicy.

Kwestia *metali zastępczych* jest obecnie niezmiernie aktualna, tym bardziej że zdaniem profesora politechniki w Charlottenburgu Guertlera, zapasy żelaza na powierzchni kuli ziemskiej dążą szybkim tempem ku całkowitemu wyczerpaniu. Zbliża się koniec epoki żelaza, którą zastąpi epoka metali lekkich: magnezu i glinu.

Zdaniem prof. Guertlera nie należy zbyt angażować się w rozbudowie przemysłu stalowego, skazanego w niedalekiej przyszłości na śmierć, lecz zawczasu pomyśleć trzeba o przestawieniu całego przemysłu stalowego na nowe tory — *na metale lekkie.*

Zdanie to nabiera dla nas cech bardzo poważnych, szczególnie jeżeli weźmiemy pod uwagę nasze stosunkowo nikłe możliwości pod względem stali oraz nasze duże możliwości pod względem glinu.

Węgiel jest potrzebny nie tylko dla hut, lecz i dla większości wytwórni. Aby nie rozciągać tematu zaznaczymy tylko, że np. dla wykonania 1000 sztuk skorup 75 mm pocisków, które ważą w gotowym stanie 5 ton, potrzeba (wg ppłk inż. *Jakubowskiego):*

węgla	17	ton
koksu	6,5	,,
rudy żel.	16	,,
wapnia	7	,,
łomu stalowego	6,5	,,
innych domieszek	1,0	,,
węgla — jako energii	3,6	,,
Razem	57,6	ton

Czyli, aby wykonać 5 ton pocisków potrzeba 57,6 ton różnych surowców. Z tego zestawienia widzimy, jaką olbrzymią ilość surowców będzie potrzeba do wykonania np. owych 841.000 ton pocisków określonych w poprzednim artykule. Jeżeliby zachować wyprowadzony wyżej stosunek, to na wykonanie jedynie tylko tych pocisków będzie potrzeba:

węgla	2.856.000	ton
koksu	1.092.000	„
rudy żel.	2.688.000	„
wapnia	1.176.000	„
łomu stalow.	1.092.000	„
innych domieszek	168.000	„
węgla jako energii	605.000	„
Razem	9.677.000	ton

Na podstawie powyższych i innych rozważań, możemy wytyczyć te drogi, którymi należałoby kroczyć, aby przygotować nasz przemysł na wypadek wojny. A więc konieczną jest rzeczą:

1. Stworzenie naukowo-technicznej instytucji mającej na celu planową gospodarkę stalą z punktu widzenia:

a) samowystarczalności,

b) zwiększenia produkcji,

c) ustalenia nowych metod technicznych,

d) wynalezienia i wypróbowania metali zastępczych.

2. Ze względu na niemożność osiągnięcia natychmiastowej samowystarczalności, — organizowanie warsztatów cięcia okrętów i dostarczania w ten sposób łomu stalowego.

3. Wybudowanie i uruchomienie nowych odlewni wg. planów i wymagań M. S. Wojsk., postawionych na najwyższym poziomie współczesnej techniki.

4. Uruchomienie pieców dotychczas nieczynnych.

5. Wydanie zakazu wywozu za granicę wszystkich odmian stali.

6. Zmniejszenie taryfy kolejowej na rudy i surowce.

7. Wybudowanie wielkich pieców w Zagłębiu Staropolskim z uwzględnieniem kwestii opałowej za pomocą gazu ziemnego.

8. Przeprowadzenie poszukiwań w kraju nowych rud i opału.

9. Przeprowadzenie studiów nad glinem jako zastępcą stali.

10. Przeprowadzenie ewidencji i gospodarki żużlami.

11. Rozpatrzenie sprawy pirytów.

12. Utworzenie w Zagłębiu Staropolskim zapasów koksu na roczną produkcję hut.

b) *Miedź.*

Pod miedzią będziemy rozumieli nie tylko miedź handlową elektrolityczną, lecz również w postaci stopów jak mosiądz i bronz.

W poprzednim artykule roczne zapotrzebowanie na miedź zostało określone liczbą 85.000 ton oraz zapas „Mob", który wyniósł 21.137 ton.

Ponieważ założyliśmy, iż zapas „Mob" istnieje, przeto przejdziemy do omówienia sprawy dostarczenia 85.000 ton w ciągu roku. Do tego musimy dodać miedź, bronz i mosiądz do wyrobu dział. Zakładając, iż w tym celu potrzeba 20% ilości potrzebnej do dział stali stopowej, otrzymamy liczbę 5.000 ton, co razem da 90.000 ton miedzi.

Kopalń rudy miedzianej oraz hut do jej przeróbki w kraju nie posiadamy. W Europie również sprawa ta nie stoi na zbyt wysokim poziomie. Tak np. w roku 1932 Europa pokryła z własnej produkcji kopalnianej tylko 22,5% swego zużycia miedzi, które wynosiło 560.000 ton; światowa produkcja w owym roku wyniosła 881.000 ton, czyli że zużycie miedzi przez Europę stanowiło prawie 63% światowej zdobyczy miedzi.

Wydobycie Polski wtedy stanowiło zero, zużycie zaś miedzi wynosiło 4.500 ton.

Porównując wielkość możliwego zapotrzebowania miedzi z wielkością rocznego normalnego zużycia w Polsce, widzimy ogrom zadania, które staje przed nami z chwilą mobilizacji.

Przed tym, nim podamy różne możliwości rozwiązania zagadnienia miedzi, rozpatrzmy, jak rozwiązują tę sprawę współczesne Niemcy.

Pod względem wydobycia miedzi Niemcy znajdują się w warunkach o wiele lepszych od nas, gdyż posiadają pewną ilość kopalń rudy oraz hut. Jednak wydobycie rudy w kraju było dotychczas znikomo małe w porównaniu z importem rudy. Rząd Rzeszy poszedł w kierunku wydatnego subsydiowania kopalń oraz części produkcji hutniczej, przez państwo. Powstała specjalna spółka akcyjna, która zajmuje się eksploatacją miedzi, poza tym produkcję miedzi w Mansfeldzie wydzielono jako osobną jednostkę prawną i t. p.

Zarządzenia te jednak nie wyzwoliły jeszcze Niemcy od sprowadzania rud z zagranicy, gdyż ilość pieców hutniczych, pracujących na rudzie importowanej i znajdujących się przeważnie w miastach portowych, jest znacznie większa niż ilość pieców pracujących na rudzie krajowej.

Poza tym rozwinięto bardzo szeroko przemysł rafineryjny, oczyszczający tak miedź pochodzenia krajowego, jako też jugosłowiańską, norweską, hiszpańską oraz południowo-afrykańską, przy czym większość rafineryj jest elektryczna (tania energia elektryczna).

Następnie prowadzą się energiczne poszukiwania rudy w całych Niemczech. Niezależnie od tego opracowano szereg metali zastępczych.

Że sprawa miedzi w Europie jest zagadnieniem b. ak-

tualnym, świadczy następujące zestawienie światowej rocznej produkcji miedzi i jej zużycia w roku 1932 w tonach:

	Produkcja	Zużycie
Płdn. Ameryka	128.000	—
Płn. Ameryka	385.000	329.000
Azja (przeważnie Japonia)	80.000	80.000
Afryka	130.000	3.000
Australia	15.000	6.000
Europa	174.500	560.000
Razem	912.500	978.500

Europejska produkcja miedzi w tonach i jej zużycie w tym samym roku 1932 przedstawiały się następująco:

	Produkcja	Zużycie
Austria	—	4.400
Francja	1.000	95.600
Niemcy	28.000	137.200
Jugosławia	30.000	—
Norwegia	12.000	—
Z. S. R. R.	32.000	44.000
Hiszpania i Portug.	30.000	9.000
Szwecja	35.000	19.400
Belgia	—	20.000
Czechosłowacja	—	12.800
Anglia	—	131.200
Szwajcaria	—	11.600
Italia	—	53.100
inne kraje	6.500	22.200*)
	174.500	560.500

*) w tym Polska — 4.500 ton

W powyższym zestawieniu rzuca się w oczy olbrzymie zużycie miedzi w Niemczech (137.200 t) w porównaniu z Polską (4.500 t). Zużycie miedzi w Niemczech prawie dorównywa zużyciu Francji i Rosji razem wziętych.

Stosunek pomiędzy kopalnictwem, hutnictwem a rafinerią miedzi przedstawia poniższe zestawienie (w tonach) z 1932 r.

	Kopaln.	Hutn.	Rafiner.
Niemcy	27.700	50.500	154.000
Z. S. R.	32.200	32.200	49.200
Japonia	70.000	70.000	70.000

Z powyższych zestawień widzimy, iż Niemcy, produkując stosunkowo niewielką ilość miedzi, zużyli jej wielokrotnie więcej.

Powracając teraz do naszych warunków i zastanawiając się nad rozwiązaniem zagadnienia miedzi, przychodzimy do wniosku, iż prace nasze muszą iść w następujących kierunkach:

1) Powiększenie produkcji krajowej.
2) Utworzenie zapasów miedzi.
3) Rozwiązanie zagadnienia metali zastępczych.

Omówmy teraz po kolei wszystkie te wytyczone prace.

1) Powiększenie produkcji krajowej.

W tym celu musimy rozpocząć energiczne poszukiwania złóż rud miedzianych na terenie Polski. Tymczasem, korzystając z chwilowo niskich cen na rudę miedzianą, należy wybudować kilka pieców oraz rafinerię elektryczną, korzystając z taniego prądu w pobliżu naszych zapór wodnych.

Musimy następnie zastosować też szereg posunięć (taryfy kolejowe, polityka celna, zainteresowanie kapitału prywatnego i t. p.), podobnych do tych, o których mówiliśmy w rozdziale „stal".

Tutaj byłoby na czasie poruszyć pewne zagadnienie, które w dużym stopniu pomogłoby nam w rozwiązaniu zagadnienia miedzi. Chodzi o otrzymywanie miedzi z pirytów. Mamy w kraju szereg fabryk kwasu siarkowego oraz fabryk celulozy, które stosują piryty przy swojej produkcji. Otóż piryty wypalane w tych fabrykach są pierwszorzędnym surowcem do otrzymania miedzi. Nie zatrzymując się na szczegółach wyługowania miedzi zaznaczymy, iż w końcowym rezultacie otrzymuje się proszek miedzi cementowanej o zawartości 75—84% czystej miedzi. Po przemyciu pięcio-procentowym kwasem siarkowym można podnieść zawartość miedzi aż do 90%.

Doniosłość zagadnienia otrzymania miedzi z wypałków pirytowych zrozumiała dobrze Rosja sowiecka i zwolniła je od cła wwozowego. Należałoby więc rozpocząć zdobywanie miedzi z wypałków pirytowych w kraju. Ważną rzeczą jest fakt, iż jednocześnie z miedzią otrzymujemy duże ilości rudy żelaznej bogatej w żelazo (65—70% Fe).

Gdybyśmy przerobili 110.000 ton wypałków pirytowych, to otrzymalibyśmy:

100.000 t. rudy żelaznej o zawartości 65—70% Fe,
5.500 t. miedzi cementowej o zawartości 75—85% Cu,
120 t. kobaltu,
120 t. niklu,
5.500 t. chlorku cynku,
12.500 t. krystalicznej soli glauberskiej.

Taka fabryka, którą należy wybudować i której koszty są niewielkie, znacznie pomogłaby w otrzymaniu miedzi.

niklu i wysokoprocentowej rudy żelaznej. Ponieważ na rentowności tej fabryki zaważyłyby ceny frachtu, należałoby ją umieścić w ten sposób, aby transport wypałków kosztował jak najmniej.

Ilość kwasu siarkowego wyprodukowanego z pirytów była następująca:

rok 1928	—	14.000	ton
1929	—	43.000	
1932	—	40.000	
1933	—	45.000	
1934	—	45.000	

Dla wyrobu celulozy używa się rocznie okrągło 10.000 ton pirytów. Podczas wojny przy wzmożonej produkcji celulozy ilość pirytów wzrośnie może dziesięciokrotnie i osiągne wartość np. 100.000 ton.

Widzimy więc, iż sprawa ta jest nader poważna i przejść nad nią do porządku dziennego nie można. Nie powinniśmy zapominać, iż w czasie pokoju w roku 1929 wwóz pirytów do Polski wynosił 80.955 ton.

Zagadnienie zapasów miedzi jest funkcją zakupu jej za granicą bądź to w postaci surowców, które możemy przerobić w kraju, bądź to w postaci miedzi elektrolitycznej, sprowadzanej bezpośrednio z zagranicy. Zapasy te musimy koniecznie utworzyć korzystając ze względnie niskich obecnie cen miedzi. Naturalnie kwestia cen wpłynąć musi na decyzję, w jakiej postaci będziemy sprowadzali miedź, jednak należy mieć na uwadze przy przeprowadzeniu kalkulacji, iż ze względu na zatrudnienie roboczych sił krajowych — byłoby pożądane sprowadzać miedź w postaci rudy. Dałoby to zatrudnienie krajowym hutom, rafineriom oraz walcowniom. Wielkość zapasów określi się po rozważeniu kwestii metali, które zastąpią miedź.

Warto nadmienić, że pewną ilość miedzi w różnych jej postaciach otrzymać możemy przy rozbiórce statków.

Należy też stworzyć przeróbkę bronzu, mosiądzu i innych stopów miedzi za pomocą tak zwanej metody „świeżenia w konwertorze zasadowym". Instalacja ta zapewniłaby na wypadek wojny przeróbkę materiałów zawierających miedź i znajdujących się w kraju. Koszty tej instalacji nie byłyby wielkie. Ze względu jednak na fakt, iż metoda ta jest nowa, wymagałaby wielu prób przed należytym opanowaniem procesu metalurgicznego.

Brak w kraju kopalń rudy miedzianej oraz droga cena tego metalu w porównaniu z żelazem i innymi metalami wysuwają na czoło zagadnienie *metali zastępczych*. Jednym z metali zastępczych, który może całkowicie zastąpić miedź, jest *żelazo „Armco"*. Nim przejdziemy do omówienia sprawy, w jaki sposób żelazo to może zastąpić miedź, zastanówmy się nad właściwościami tego tworzywa.

W Delhi w Indiach od 1500 lat stoi obelisk żelazny i dotychczas nie wykazuje żadnych śladów rdzewienia, aczkolwiek nikt nie myśli o jego ochronie od wpływów atmosferycznych. W Kolonii, która, jak wiadomo, była osadą imperium rzymskiego, znaleziono w ziemi wyroby żelazne leżące od 130 roku naszej ery, czyli ponad 1800 lat, bez jakichkolwiek śladów rdzy. Analiza chemiczna metalu w tych wypadkach wykazała czystość żelaza.

Powyższe fakty naprowadziły Amerykanów na myśl produkowania czystego żelaza. Prace rozpoczęto w roku 1890, przy czym produkt nazwano żelazem „Armco" [2]).

Analiza chemiczna tego żelaza w porównaniu z żela-

---

[2]) American Rolling Mill Co.

zem thomasowskim oraz stalą siemens-martenowską jest następująca (zanieczyszczenia są podane w procentach):

	Węgiel	Mangan	Fosfor	Siarka	Krzem
Żelazo „Armco"	0,011	0,017	0,005	0,028	0,002
Żel. zlewne Thomasa	0,06	0,5	0,09	0,03	0—0,15
Stal Siemens-Martin'a	0,12	0,48	0,042	0,04	0,003—0,15

Żelazo „Armco" wyrabia się w zwyczajnych piecach martenowskich. Ogólna zawartość domieszek — od 0,11 do 0,16%. Ciężar właściwy wyżarzonego żelaza „Armco" wynosi 7.858. Żelazo „Armco jest bardzo elastyczne (spółczynnik sprężystości podłużnej wynosi 2.06×10^6 kg/cm^2).

Wyższość jego nad innymi gatunkami żelaza z powodu wielkiej odporności na rdzę jest tak znaczna, że nie ma dziedziny przemysłu, gdzieby nie było ono obecnie stosowane. Setki zbiorników gazowych wykonanych z żelaza „Armco" istnieją w Europie i Ameryce od kilkunastu lat i dotychczas nie wykazują nawet śladów korozji, podczas gdy zbiorniki zrobione ze stali martenowskiej mają tysiące nadgryzień, aczkolwiek w celu zabezpieczenia od korozji są stale malowane. Ponadto „Armco" jest odporne na działanie kwasów.

Powyższe własności żelaza „Armco" a mianowicie: duża elastyczność, odporność na wpływy atmosferyczne oraz na działanie kwasów stwarzają wymarzone warunki do zastąpienia nim miedzi w łuskach artyleryjskich i ewentualnie w łuskach amunicji karabinowej.

Pierwszym więc metalem, który zastąpi miedź będzie żelazo „Armco". Rozpatrzmy, ile to miedzi będzie można zastąpić tą namiastką. W zestawieniu poprzedniego artykułu podane są ogólne ilości miedzi potrzebne dla woj-

ska. Rozwińmy nieco to zestawienie, podając, więcej szczegółowo, na co mianowicie potrzebna jest miedź.

Otrzymamy wtedy poniższą tablicę:

	Broń	Na 1 nabój potrzeba miedzi w kg				Zastąpi się przez „Armco"	
		na zapalnik	na zapłonnik	na piersc. wiod.	na łuskę	na jednostkę w kg	Razem ton:
1	karabiny	—	—	—	0.01	0,01	24.300
2	k. m.	—	—	—	0,01	0,01	
3	granatniki	—	—	—	0,005	—	—
4	moździ. bat.	0.1	—	—	0,005	—	—
5	„ pułk.	0,1	—	—	—	—	—
6	gr. ręczne	—	—	—	—	—	—
7	arm. p-czołg.	0.1	0.05	0.1	0.15	0.15	162
8	„ piechoty	0.05	0,05	0.1	0,1	0.1	243
9	„ lekkie	0,1	0.1	0,25	0.55	0.55	8.019
10	hb. „	0,1	0,1	0,3	0,5	0.5	1.944
11	„ 155 mm	0,1	0,2	0,7	—	—	—
12	arm. 105 „	0,1	0,3	1,0	1.6	—	—
13	„ 120 „	0,1	0,1	1,2	0,6	—	—
14	„ najc.	0,2	0,2	1,6	—	—	—
15	hb. „	0,3	0.3	1,6	—	—	—
	Razem zastąpi się przez żelazo „Armco"						34.688

W zestawieniu powyższym liczby podające ilość miedzi (mosiądzu) idącego na zapłonniki oraz łuski wyprowadzone zostały, wychodząc z założenia, iż łuski oraz zapłonniki są zbierane po strzelaniu, odsyłane do fabryk celem przeto-

pienia lub rekonstruowania, nabijane i następnie odsyłane z powrotem na front.

Wobec tego liczby dotyczące łusek i zapłonników uwzględniają straty w polu oraz straty przy przetapianiu i nowej produkcji. Liczby zaś dotyczące zapalników oraz pierścieni wiodących uwzględniają tylko jednorazowe ich użycie.

Żelazem „Armco" można więc zastąpić ok. 35.000 ton gotowych łusek, co odpowiada ok. 40.000 ton miedzi brutto. Wobec tego powyższe zapotrzebowanie na miedź znacznie się zmniejsza i wynosi 50.000 ton zamiast poprzednich 90.000 ton.

Widzimy teraz doniosłość zagadnienia żelaza „Armco" jako namiastki miedzi.

Drugim metalem zastępczym dla miedzi jest aluminium (glin). Przy należycie postawionej produkcji może on całkowicie zastąpić miedź (mosiądz) w zapalnikach.

Sprawa glinu, jako metalu zastępczego, jest tak niezmiernie dla nas aktualna, że nad tym zagadnieniem musimy zatrzymać się też nieco dłużej.

Jak to zaznaczyliśmy wyżej, zdaniem prof. Guertlera rozpoczyna się obecnie epoka glinu. Niemcy doskonale zdawali sobie sprawę z doniosłości zagadnienia Al., na co wskazuje chociażby ten fakt, że aczkolwiek przed wojną światową nie produkowały tego metalu, to już podczas wojny światowej doprowadziły produkcję prawie do 20.000 ton rocznie, a obecnie doszły aż do 85.000 ton. Dla otrzymania danej ilości glinu potrzeba przerobić 4—5 razy tyle boksytów.

Warto nadmienić, że niezależnie od swojej lekkości, aluminium posiada doskonałe przewodnictwo elektryczne i z wielkim powodzeniem może zastąpić miedź w przewo-

dach elektrycznych, dzięki czemu otrzymamy pewne ilości miedzi, które możemy obrócić na cele uzbrojenia.

Poza tym posiada on znakomitą odporność na działania atmosferyczne. Prof. Guertler proponuje zastąpić blachę cynkową do krycia dachów przez aluminiową. Twierdzi on, iż ta ostatnia jest trwalsza i wytrzymalsza od cynkowej i kalkuluje się lepiej w budownictwie, ponieważ możnaby ją stosować cieńszą od cynkowej. Oprócz tego, jako znacznie lżejsza, wymagałaby lżejszego czyli tańszego wiązania dachowego .

Aluminium mogłoby zastąpić stale stopowe w budowie samochodów, wagonów, w urządzeniach biur, mieszkań, w budownictwie mieszkalnym itp.

Przechodząc do zagadnienia kosztów, związanych z produkcją tego metalu, przytoczymy zdanie prof. Guertlera: „ruda jest łatwo dostępna i dostatecznie bogata; natomiast wydobycie z niej glinu przedstawia pewne trudności: silne powinowactwo z tlenem wymaga zużycia dużej ilości energii; ponadto wydobycie glinu wymaga usunięcia 2 cząsteczek SiO_2 na 1 cząstkę Al_2O_3, następnie — 2 cząstek $CaCO_3$ na związanie krzemionki. Wymaga to w sumie przerobienia 5 krotnej ilości masy w stosunku do masy otrzymanego glinu. Zagadnienie rentowności produkcji tego metalu jest zagadnieniem taniej energii".

Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę nasze krajowe możliwości w postaci taniej energii elektrycznej na zaporach wodnych, oraz w postaci gazu ziemnego, to przyjdziemy do przekonania absolutnej opłacalności u nas produkcji tego niezbędnego metalu.

Zagadnienie Al możemy traktować w dwóch płaszczyznach: całkowitej produkcji w kraju i produkcji w kraju opartej na rudzie importowanej.

Mówiąc o całkowitej produkcji Al w kraju opartej na surowcach krajowych, musimy mieć na względzie 3 czynniki: odnalezienie surowców, zorganizowanie procesu hutniczego i otrzymanie czystego Al. W tym celu należałoby poczynić szczegółowe badania geologiczne, wybudować huty i „tleniarnie".

Tymczasem należałoby, wybudowawszy huty i tleniarnie, zapoczątkować produkcję Al z importowanych boksytów i związków fluorowych, jak to uczyniły Niemcy.

Jest b. ciekawym ten fakt, że w okresie 1921—1928 Niemcy przywiozły około 2 milionów ton boksytów, a wyprodukowały 170.000 ton Al, na co poszło ok. 680.000 ton boksytów. Pozostało więc 1.320.000 ton boksytów, z których można jeszcze wydobyć 330.000 ton Al. Widzimy więc, iż licząc roczną produkcję na 33.000 ton Niemcy zrobiły zapasów na 10 lat produkcji.

Boksyty można sprowadzać z Francji (76,9% Al_2O_3), z Rumunii (72.38%), z Węgier (60.5%), Włoch (57%) albo z Jugosławii (54%).

c) *Cynk i ołów.*

Sprawa tych metali w Niemczech przedstawia się następująco:

Cynk może być pokryty w wielkości ponad 90% z rud krajowych. Należy w tym celu wykorzystać należycie największe w Niemczech pokłady blendy w Hammelsbergu oraz pirytów cynkonośnych w Meggen, a także rozpocząć eksploatację zupełnie nieruszanych złóż na Górnym Śląsku w Hunsrück, w -ifel i Schwarzwaldzie.

Produkcja ołowiu może być podwojona przez rozbudowę tych samych kopalń co i cynku, a oprócz tego kopalń w Południowym Harcu i w Górach Kruszczowych.

Premiowanie przez rząd Rzeszy od roku 1934 przemysłu cynkowego powiększyło produkcję tego metalu w dwójnasób. W znacznej mierze przyczyniło się do tego uruchomienie olbrzymiej instalacji elektrolitycznej w Magdeburgu, przerabiającej rudy Górno-Śląskie, które dotychczas wywożono na nasz Górny Śląsk. Produkcja cynku ma być doprowadzona do 50.000 ton rocznie.

Do tego przyczyniło się:

a) premiowanie przez rząd wzmożonej produkcji,
b) zwrot dodatkowych kosztów przeróbki hutniczej,
c) polityka ceł,
d) polityka transportowa itd.

Przechodząc do naszych krajowych możliwości pod względem cynku, zaznaczamy, iż wg. inż. Balickiego (Przegląd Mechan. 1936 Nr 10—11) z Akademii Górniczej w Krakowie, Polska w światowej produkcji cynku zajmuje IV miejsce (Stany Zjednoczone, Belgia, Niemcy). Zasoby rud geologowie oceniają na 20 milionów ton o zawartości 6% Zn plus 12 milionów ton hałd cynkowych o zawartości 7% Zn, które po wzbogaceniu flotacją mogą być przerobione na metal, co w sumie da 32 miliony ton.

Ponieważ w kraju wydobywamy, wzbogacamy i przerabiamy na cynk więcej niż milion ton rocznie, przeto zapasów rudy starczy tylko na 30 lat. Maksymalne wydobycie cynku wg statystyki wynosiło w roku 1930 — 174.000 ton. Wyrabiamy cynk o czystości 99,98% oraz za pomocą metody New Jersey Zinc Co o czystości 99,99%. Posiadanie cynku o tak wysokiej czystości pozwoli produkować stopy wysoko-wartościowe.

Znaczenie cynku jest olbrzymie: przede wszystkim idzie

on do stopów z miedzią (mosiądz), co jest niezmiernie ważne dla potrzeb uzbrojenia, następnie — do stopów z ołowiem lub cyną (stopy do wyrobu zapalników), do ocynkowania (blachy, rury, drut, naczynia, liny), do walcowania (blachy, wstęgi, płyty litograficzne, blacha dachowa, puszki do konserw), oraz na odlewy wtryskowe (zapalniki artyleryjskie, przedmioty przemysłu samochodowego, liczniki elektryczne, liczniki gazowe, części gramofonów, radio, telefonów), stopy łożyskowe dla małej ilości obrotów wału itd.

Ponieważ Zn wchodzi jako składnik do szeregu stopów, przeto jako metal zastępczy gra dla nas olbrzymią rolę.

Nie zatrzymując się dłużej na sprawie ołowiu zaznaczymy, iż i to zagadnienie wymaga poważnego zastanowienia się nad nim.

Musimy niezwłocznie zająć się sprawą ołowiu, krocząc tymi samymi drogami, jakie zostały wytyczone w odniesieniu do innych metali.

d) Rtęć.

Rtęć używa się, jak wiadomo, jako metal wyjściowy do otrzymania piorunianu rtęci, materiału inicjującego, niezbędnego dla spłonek amunicji wszelkiego rodzaju.

W kraju nie wydobywamy rtęci. Musimy więc sprowadzać ją z zagranicy (np. z Hiszpanii). Zagadnienie rtęci jest sprawą nader poważną, mogącą zaważyć nawet na wynikach wojny. Co prawda rtęć piorunująca może być zastąpiona azydkiem ołowiu, jednak masowa produkcja takowego nie zdołała zastąpić całkowicie rtęci piorunującej. Wobec tego musimy rozpocząć poszukiwania rtęci w kraju.

Literatura:

1. „Przegląd Gospodarczy", 1935.
2. Sprawozdanie Związku Polsk. Hut. Żelaza 1928, 1929.
3. „Wiadomości Urzędu Statystycznego", 1928, 1929.
4. Generał franc. Baquet: „Wspomnienia dyrektora artylerii", Paryż 1930 r.
5. A. A. Manikowskij: „Wyposażenie bojowe wojska rosyjskiego w czasie wojny 1914—1918 r.".
6. Metallwirt. 1934, 1935 r.
7. Stahl und Eisen 1933, 1934.
8. Giesserei, 1936.
9. Jear book of The American Bureau of Metal Statistics 1932, 1933, 1934.
10. Prof. Jerzy Buzek: „Odlewnictwo".
11. Inż. cyw. Józef Konopka: „Żelazo odporne na rdzę i jego zastosowanie" („Gaz i Woda", 1931).
12. Inż. Stefan Płuszczewski: „Sowieckie Hutnictwo Żelazne" (Przegląd Górn.-Hutn. 1936, Nr 11).
13. Inż. Balicki, Akad. Górn. w Krakowie („Przegląd Mech." 1936, Nr 10—11).
14. D-r Adalbert Pabst: Die Structurwandlungen der Internationalen Kupferwirtschaft, 1932.

WIADOMOŚCI Z PRASY OBCEJ.

NIEMCY.

(ZEITSCHRIFT FÜR DAS GESAMTE SCHIESS- UND SPRENGSTOFFWESEN. 1936 r.).

1. Badania stałości balistytu w obecności tlenku wapnia. — M. Tonegutti (Nr. 1).

De Bruin i de Pauw w 1924—1925 r. przeprowadzili badania laboratoryjne, zmierzające do wyjaśnienia wpływu, wywieranego na szybkość rozkładu prochów bezdymnych przez związki, absorbujące produkty ich rozkładu. Badali oni stałość prochów nitrocelulozowych próbą cieplną w temperaturze 110° i prochów nitroglicerynowych w temperaturze 105° w obecności substancyj, absorbujących wilgoć (pięciotlenku fosforu, chlorku wapnia, bezwodnego siarczanu miedziowego) i wiążących tlenki azotu (centralitu), substancyj wiążących zarówno wilgoć jak i tlenki azotu (tlenku wapnia, odwodnionego węglanu sodu, stężonego kwasu siarkowego) i wreszcie w obecności węgla aktywnego, który działa tylko absorbująco, nie reagując z produktami rozkładu prochu. Próby te wykazały, że najbardziej hamująco na szybkość rozkładu prochów wpływa obecność tlenku wapnia. W związku z tym De Bruin i De Pauw wysunęli wniosek przechowywania prochów bezdymnych łącznie z gaszonym wapnem jako środkiem, zabezpieczającym prochy od samozapalania się i przedłużającym ich przydatność służbową.

Tonegutti przeprowadził analogiczne próby z tlenkiem wapnia i 50% balistytami, badając stałość balistytów próbą Taliani'ego i próbą Waltham Abbey'a w posrebrzanym naczyniu w temperaturze 70° i 80°. Próby te potwierdziły, że na szybkość rozkładu prochu (nawet z dodaniem 2½% do 5% prochu w rozkładzie) obecność tlenku wapnia wpływa hamująco i to w stopniu znacznie większym niż obecność centrolitu.

Wniosek De Bruina i De Pauwa przechowywania prochów bezdymnych w obecności tlenku wapnia Tonegutti uważa jednak za praktycznie niewykonalny, gdyż samo umieszczenie w magazynie prochowym skrzynek z wapnem byłoby środkiem niewystarczającym. Dla osiągnięcia poważnych wyników należałoby wapno wprowadzić w bliższą styczność z prochem i zmieniać go w odpowiednich okresach, gdyż z wyczerpaniem się skuteczności wapna powstaje ponownie niebezpieczeństwo samozapalenia się prochu. Obecność tlenku wapnia wpływa wprawdzie bardzo dodatnio na przedłużenie życia prochu zdrowego, ale, o ile pomimo tej obecności na skutek współdziałania tlenków azotu i wilgoci następuje rozkład prochu, to jest on zwykle znacznie szybszy i niebezpieczniejszy od rozkładu normalnego.

2. *Walka minowa a geologia wojenna.* — Dr. W. Kranz (Nr. 3).

Autor opisuje szczegółowo 3 fragmenty walki minowej na froncie austriacko-włoskim, a mianowicie:

1) Wysadzenie dn. 23. IX. 1916 r. miny o zawartości 14.200 kg. mat. wybuchowych, założonej przez Austriaków pod okopami włoskimi na górze Monte Cimone.

2) Wysadzenie dn. 17.IV.1917 r. przez Włochów 2 min o łącznej zawartości ok. 5.000 kg żelatyny wybuchowej pod okopami austriackimi na Col di Lana i

3) Wysadzenie dn. 21. X. 1917 r. miny austriackiej o zawartości 44.950 kg. mat. wybuchowych na Monte Sief.

Miny austriackie zawierały znacznie wyższe ładunki wybuchowe niż należało, w wyniku czego poza bezpożyteczną stratą materiału zachodziły wypadki uszkodzenia przez odłamki skał własnych tyłowych stanowisk, znajdujących się w odległości 200—300 m. (na Monte Cimone).

Przy zakładaniu dużych min podziemnych należy, zdaniem autora, korzystać zawsze ze współpracy geologów , jak to czynili Anglicy przy walkach minowych 1916—1917 r. w Wytschaetebogen.

3. *Niebezpieczeństwo pożaru i eksplozji wskutek elektryzacji pasów transmisyjnych.* — Inż. P. Grempe. (Nr. 3).

Pewna ilość zagadkowych pożarów i eksplozyj w zakładach przemysłowych, jak stwierdziły naukowe badania, wywołana została przez elektryzację pasów transmisyjnych. Niebezpieczeństwo wypadków tego rodzaju występuje szczególnie w suchych i ogrzanych pracowniach, w których znajdują się maszyny o napędzie pasowym oraz

materiały palne (mąka, węgiel, glin, benzyna i tp.) w postaci pyłu lub pary.

W związku z tym prof. Dr. Richter przeprowadził szczegółowe badania zmierzające do wyjaśnienia zjawiska elektryzacji pasów transmisyjnych oraz do wynalezienia środków zabezpieczających od tej elektryzacji. Badał on elektryzację pasów skórzanych zawieszonych na żelaznych kołach transmisyjnych i stwierdził, że na kole transmisyjnym napięcia nie ma, gdyż jest ono z dobrego przewodnika i uziemione, natomiast pasy skórzane wykazują napięcie kilku do kilkunastu tysięcy woltów, zależnie od wymiarów i szybkości biegu pasów. Napięcia te w pewnych warunkach mogą naturalnie spowodować iskrę i wywołać w pracowni pożar lub eksplozję palnych pyłów lub par. Zabezpieczyć skórzane pasy transmisyjne od elektryzacji można przez nasycenie ich środkami przyciągającymi wilgoć z powietrza. W tym celu należy je raz na tydzień przy pomocy gąbki zwilżać z zewnątrz gliceryną, wolną od kwasów, samą lub jeszcze lepiej zmieszaną pół na pół z wodą. W pomieszczeniach, gdzie są szczury, zamiast gliceryny zaleca się stosować olej rycynowy.

4. *Uwagi w sprawie magazynowania amunicji.* — Inż. C. Schweninger. (Nr. 6).

W „Memorial de l'Artillerie Française" ogłoszony został artykuł inż. Schwoba omawiający sprawę budowy składnic amunicyjnych oraz magazynowania materiałów wybuchowych i amunicji. Artykuł ten zestawia z jednej strony odnośne przepisy francuskie, a z drugiej— założenia. wysunięte przez ppłk. Rakowskiego przy opracowywaniu przepisów polskich [1]. Pewne punkty pracy Schwoba zasługują na rozważenie i porównanie ich z poglądami niemieckimi.

Przepisy francuskie dla przechowywania dynamitów zalecają, jak wiadomo, budynki rozmieszczone blisko jeden od drugiego i otoczone wałami ziemnymi. Według doświadczeń niemieckich wartość wałów jest przeceniana, gdyż nie zabezpieczają one bardzo czułej części sąsiedniego budynku, a mianowicie dachu. Pewnym dowodem słuszności poglądu niemieckiego może służyć również opisany przez Schwoba wypadek w Beaussenq, gdzie przy eksplozji jednego magazy-

---

[1]) Artykuł inż. M. R. Schwoba p. „Memorial de l'Artillerie Française t. XIII, 1934 r. zesz. 3, artykuł zaś ppł. H. Rakowskiego — Wiadomości Techn. Artyl. Nr. 9 z 1931 r. lub „Memorial de l'Artillerie Française" t. XI, 1932 r. zesz. 3. (Przypisek recenzenta).

nu eksplodowało ich 46 z ogólnej liczby 54. Doświadczenia niemieckie wykazują, że przy detonacji 120 ton mat. wybuchowego każdy magazyn am., znajdujący się w odległości 30 do 40 m od miejsca detonacji, detonuje również jako znajdujący się w obrębie leja wybuchowego.

Twierdzenie Schwoba, że spalenie się magazynu z prochem, znajdującego się w odległości 195 m, sprowadza się do detonacji przez wpływ, nie wydaje się słuszne. Zapalenie się to spowodowane zostało prawdopodobnie raczej przez odłamki magazynu, w którym nastąpiła detonacja.

Odległość 30 m pomiędzy dwoma magazynami o załadowaniu każdy po 60 ton mat. wybuchowych, nazwana przez Schwoba odległością bezpieczną, jest zbyt mała. Winna ona wynosić co najmniej 40 m. Wyniki prób, przeprowadzonych w 1919 r. przy Tahure, przy załadowaniu magazynów po 68 ton mat. wybuchowych rzekomo usprawiedliwiły odległość 30 m pomiędzy obwałowanymi magazynami. Wyniki te należy jednak przypisać raczej niepełnej lub co najmniej niejednoczesnej detonacji zawartości magazynu, a nie wpływowi wałów ochronnych.

Opinia, że falistość terenu, t. j. odpowiednie pagórki naturalne dają zabezpieczenie lepsze niż wały ochronne, jest zupełnie słuszna.

Francuski podział mat. wybuchowych na klasy w zależności od ich niebezpieczeństwa jest nie zupełnie wyraźny i jednolity. Pożądana byłaby większa ich jasność.

Przy mat. wybuchowych klasy 3-iej, które w razie pożaru detonują, ale nie powodują detonacji na odległość, widzimy znów obniżenie stref do połowy, o ile magazyn otoczony jest wałem. Jest to wniosek za daleko idący.

Bardzo słuszne jest podkreślenie przez Schwoba możliwości przenoszenia detonacji przez odłamki. Jest to szczególnie możliwe przy materiałach klasy 2-iej.

Gdzie leży granica pomiędzy masową detonacją a szeregiem pojedyńczych, występujących jedna za drugą detonacyj, ustalić dokładnie nie zawsze można. W związku z tym zachowanie odległości 300 m (między kompleksami magazynów) według doświadczeń niemieckich jest niewystarczające.

Dziwnym jest uwzględnianie w przepisach tego rodzaju „niebezpieczeństwa, powodowanego przez zły dozór", co, zdawało by się, należy absolutnie wykluczyć.

Wzór dla wewnętrznego bezpieczeństwa

$$S \text{ (bezpieczna odległość)} = k \sqrt[3]{c \text{ (ładunek w kg)}}$$

zgodny jest na ogół z obserwacjami poczynionymi w Niemczech, wartości jednak spółczynnika k, zależnie od właściwości gruntu, podane są w szerokich granicach (0,3 do 0,6), bez dokładnego ustalenia jego wysokości w poszczególnych konkretnych wypadkach.

W drugiej części swej pracy Schwob rozważa głównie dwie sprawy: podział mat. wybuchowych na kategorie według stopnia niebezpieczeństwa ich przechowywania i wartość wałów ochronnych w razie eksplozji magazynu.

Zdumiewającym jest fakt, że przepisy, rozważane przez Schwoba, nie podają jaka ma być konstrukcja magazynów, podczas gdy ma to ogromny wpływ na rodzaj odłamków i ich rozrzut przy eksplozji oraz na obronę przeciwpożarową składnicy.

Dokładne stwierdzenie, że dane granaty czy naboje „detonują masowo", inne zaś nie, wydaje się problematyczne. Zależy to w dużym stopniu od impulsu i od sposobu układania stosów. Ogólna zasada, że podział na klasy uzależnia się od wrażliwości przechowywanych mat. wybuchowych, zastrzeżeń nie wzbudza.

Bardzo słusznie Schwob uwypukla założenia, przyjęte przez Rakowskiego przy podziale mat. wybuchowych na klasy, a mianowicie: wrażliwość ich na impulsy mechaniczne, skłonność do raptownego rozkładu, zachowanie się w czasie pożaru oraz możliwość wzajemnego reagowania.

Niesłuszne są natomiast propozycje Rakowskiego łącznego przechowywania mat. wybuchowych takich, z których jedne w razie pożaru spalą się, a drugie według wszelkiego prawdopodobieństwa zdetonują, oraz przechowywania granatów artyleryjskich łącznie z ich podpałami (Zündladungen)[2].

---

[2]) Mowa tu o grupach III i XII artykułu ppłk. Rakowskiego (p. Wiad. Techn. Artyl. Nr. 9 str. 1173). Zarzut, dotyczący grupy III jest słuszny. Zgrupowanie takie przyjęto jednak wobec bardzo ograniczonych ilości odnośnych mat. wyb., będących wówczas u nas na przechowaniu. Zarzut zaś, dotyczący grupy XII, został spowodowany przez mylne tłumaczenie na język francuski: „wkrętki pobudzające" przetłumaczono „les detonateurs" zamiast „gaine-relais" (przyp. recenzenta).

Wątpliwości Schwoba w sprawie skuteczności wałów lub osłon naturalnych między magazynami, o ile nie są one od magazynów tak blisko umieszczone, aby skierowywały falę wybuchową ku górze, są zupełnie uzasadnione. Przytoczony przez Schwoba przykład dwóch magazynów, znajdujących się jeden od drugiego w odległości 175 m i rozdzielonych pośrodku wałem, jest bardzo trafny. Ogólny jednak pogląd Schwoba na skuteczność wałów ochronnych, obowiązkowych we Francji, według doświadczeń niemieckich jest niesłuszny. Sprawa wałów szerzej omówiona będzie w specjalnym artykule. [3]).

Wątpliwe jest również, czy do „zabytków architektonicznych i siedzib najwyższych władz państwowych" potrzebne są odległości dwukrotnie większe niż do osiedli, szkół lub szpitali.

5. *Handlowe lonty detonujące.* — Dr. A. Majrich (Nr. 6). (Recenzja z artykułu ogłoszonego w Chem. Ztg. str. 333).

W artykule swym Majrich omawia 4 rodzaje lontów detonujących:

1) lont trotylowy — wypełniony trotylem, z osłoną ołowianą; szybkość detonacji jego wynosi 4.600 do 5.500 m/sek.;

2) lont melinitowy — wypełniony kwasem pikrynowym, z osłoną cynową; szybkość detonacji — 6600 do 6700 m/sek.;

3) austriacki lont piorunianowy (Hessa) z flegmatyzowanego piorunianu rtęci w osłonie z przędzy, o szybk. det. około 5250 m/sek. i

4) niemiecki lont pentrytowy (Friedericha) — wypełniony pentrytem, w impregnowanej osłonie z przędzy, o szybk. detonacji 6300 do 7.300 m/sek.

Pierwsze dwa z wyszczególnionych lontów wyrabiane są głównie we Francji. Są one stosunkowo łatwo łamliwe i znacznie cięższe od lontów piorunianowego i pentrytowego. Ciężar 100 m tych lontów wynosi ok. 10 kg.

Lont piorunianowy waży 1,85 do 2,3 kg/100 m. Jest on giętki, wiąże się łatwo. Detonuje również przy bardzo silnym oziębieniu (ciekłym powietrzem), ale detonacja nie przekazuje się już wtedy przez wiązania. Posiadając duże zalety, lont ten posiada również i wady. Przy leżeniu na słońcu może wydzielać się z niego środek flegmatyzujący. Z tego powodu jest to jedyny z lontów detonujących, który był już powodem licznych nieszczęśliwych wypadków. Poza

[3]) P. niżej recenzję z artykułu Schweningera pod tytułem „Magazynowanie materiałów wybuchowych". (W. T. U. Nr. 38).

tym, w przeciwieństwie do lontu pentrytowego, dla zdetonowania ładunku wybuchowego wymaga on włączenia spłonki pobudzającej.

Lont pentrytowy waży ok. 2 kg./100 m. Jest giętki, posiada najwyższą szybkość detonacji.

Jeszcze wyższą szybkość detonacji wykazał przy próbach lont wypełniony trójnitroazydobenzenem. Związek ten jest jednak trudny do wyrobu i posiada małą stałość, wobec czego lont ten praktycznego zastosowania nie znalazł.

Jedna ze szwajcarskich wytwórni podjęła również wyrób lontu wypełnionego heksogenem, zastrzeżonego zresztą już niemieckim patentem Nr. 341177.

W zakończeniu swego artykułu autor twierdzi, że lont piorunianowy nie może być całkowicie zastąpiony przez lonty inne. Jest to niezgodne z rzeczywistością, gdyż w Niemczech stosuje się wyłącznie lont pentrytowy.

(dcn)

H. R.

ROSJA.

(TIECHNIKA I WOORUŻENJE, rok 1936).

1. *Działo na poliwie płynnym.* — G. Michno.

Wiadomo jest, że wszelka broń palna jest zasadniczo silnikiem spalinowym, różniącym się wszakże od normalnego silnika spalinowego. Różnica polega głównie na znacznie krótszym okresie działania, dużym ciśnieniu oraz bardzo dużej mocy urządzenia. Powstaje więc pytanie, czy nie opłaci się zastąpić prochu, będącego źródłem energii, przez jakikolwiek inny środek napędowy, np. benzynę? Benzyna posiada przy tym znacznie większą energię cieplną, co widać z zestawienia:

1) Benzyna daje	12.000 Kal/kg
2) Nafta daje	10.000 Kal/kg
3) Proch nitrogliceryn.	1.470 Kal/kg
4) Proch nitrocelulozowy	1.100 Kal/kg

Widać od razu, że energia cieplna paliw płynnych jest kilkakrotnie większa od energii prochów. Również szybkość rozkładu paliw płynnych przy ich spalaniu nie może być przeszkodą do zastosowania ich, gdyż wiadomo, że np. mieszanina benzyny z tlenem może detonować itd.

Należy wszakże pamiętać, że proch jest materiałem, który może spalać się w pomieszczeniu zamkniętym, gdyż niezbędny do tego tlen

zawiera w swoim składzie; tej cechy nie posiada benzyna, wobec czego należy zaopatrzyć ładunek benzyny w taką ilość tlenu, aby nastąpiło całkowite spalanie. Dla całkowitego spalania się 1 kg benzyny niezbędną rzeczą jest dodać 3,59 kg tlenu lub 15,46 kg powietrza. Wówczas energia cieplna w odniesieniu do jednego kilograma mieszanki wyniesie:

$$Q = \frac{11000}{1 + 15{,}46} = 667 \text{ Kal/kg}$$

dla mieszaniny benzyny z powietrzem, a dla benzyny z tlenem:

$$Q = \frac{11000}{1 + 3{,}59} = 2396 \text{ Kal/kg}$$

Widzimy, że w stosunku do prochu nitroglicerynowego mieszanka powietrza z benzyną jest za uboga, opłaca się jedynie mieszanka tlenu z benzyną. Lecz o przydatności prochu decyduje jeszcze tak zwana koncentracja cieplna; jest to ilość energii cieplnej, przypadająca na 1 litr mieszanki dla warunków normalnych, t. j. dla $t = 15^0$ oraz ciśnienia 1 atm. Podaje to przytoczona niżej tabela:

1) Proch nitroglicerynowy	2.352 Kal/litr
2) Proch nitrocelulozowy	1.520 Kal/litr
3) Miesz. benzyny z tlenem	4,23 Kal/litr
4) Miesz. benzyny z powietrzem	0,9 Kal/litr

Z tego znów widzimy, że zastosowanie takiej mieszaniny możliwe jest jedynie w wypadku użycia benzyny i tlenu w postaci płynnej, a więc przy zastosowaniu znacznie wyższego ciśnienia od atmosferycznego — dla tlenu. Największa możliwa wówczas do uzyskania koncentracja wyniesie przy gęstości ciekłego tlenu 1,12 i benzyny około 0,7:

$$\delta = \frac{3{,}59 + 1}{\frac{3{,}59}{1{,}12} + \frac{1}{0{,}7}} \sim = 1$$

A więc objętość wyniesie około 1 litra, co przy zawartości ciepła 2396 Kal da koncentrację 2396 Kal/litr, a zatem nieznacznie tylko przewyższa energię cieplną dla prochu nitro-glicerynowego. Dochodzą do tego bardzo znaczne trudności transportowe, gdyż jak wiadomo tlen zgęszczony wymaga użycia specjalnych naczyń do przechowania, a nawet w tych naczyniach nie można go trzymać dłużej ponad kilka godzin. Naczynia te są niezwykle kruche, zwłaszcza wziąwszy pod uwagę temperaturę tlenu (-182^0C). Tym nie mniej użycie mieszan-

ki tlenowej może mieć rację bytu, gdyż odpada sprawa fabrykacji prochu, ładowanie zaś musiałoby odbywać się przy pomocy rurek doprowadzających oba składniki w stanie płynnym (zagadnienie do rozwiązania). Poza tym własności prochu (balistyczne) możemy regulować w dość szerokich granicach, czego jeszcze nie osiągnięto dla mieszaniny tlenu z benzyną.

2. *Ochrona strzelca przed pociskami broni małokalibrowej.* — A. Frołow.

Autor rozważa zagadnienie ochrony strzelca przed skutkami ognia z broni małokalibrowej za pomocą tarcz ochronnych, omawiając po kolei wszystkie wynalazki w tej dziedzinie, które zostały wypróbowane przez wojsko rosyjskie w okresie wielkiej wojny, oraz propozycje wysunięte w tej dziedzinie w ostatnich czasach.

Ostatecznie wszystkie propozycje dadzą się sprowadzić do tarcz ochronnych rozmaitego kształtu,o płaszczyznach tak ustawionych, aby ułatwić odbicie się pocisku. Są one albo przenośne, wówczas wymiar ich jest zwykle nieznaczny, albo przewoźne o wymiarach większych. Na specjalną wzmiankę zasługuje znana zresztą konstrukcja użycia łopatki saperskiej jako tarczy ochronnej*).

Wszystkie rozważane konstrukcje mają tę wadę, że znacznie powiększają obciążenie strzelca (nawet w wypadku użycia łopatki, gdyż niezbędne jest wówczas powiększenie grubości blachy), które w obecnej chwili i tak przekracza normę medyczną, następnie znacznie pogarszają ruchliwość strzelca, wreszcie ułatwiają nieprzyjacielowi wykrycie go w terenie. Główna cecha ujemna, znaczny ciężar, wynika z niezbędności zastosowania dość grubej blachy. Wg opublikowanych danych w prasie wojskowej francuskiej tarcza wykonana ze specjalnie termicznie obrobionej stali dopiero przy grubości 4,5 mm zatrzymuje pocisk kalibru 6,5 mm, o ciężarze 9 g, przy szybkości początkowej 790 m/sek. Wreszcie wszystkie rozważane konstrukcje mają jeszcze tę zasadniczą wadę, że częściowo chronią strzelca jedynie przy ogniu czołowym, natomiast wcale nie zabezpieczają przy ogniu bocznym.

Autor dochodzi do wniosku, że zagadnienie to w obecnym stadium jest jeszcze nierozwiązane, przy czym za główną przeszkodę uważa brak materiału na tarcze, któryby łączył w sobie dużą odporność na przebijanie z nieznacznym ciężarem.

---

*) p. W. T. U. Nr 36, str: 318:

3. *O mechanizmach odciążających w artylerii.* — G. Michno.

Istnieje obecnie cały szereg konstrukcyj działowych, w których kąt podniesienia dochodzi nawet do 90°. Wymagania te są stawiane względem haubic, moździerzy, dział przeciwlotniczych, górskich, dział dalekonośnych i t. d.

Cecha ta, rozumie się, nie wyłącza wielu innych wymagań stawianych działom, jak np. mały ciężar, stateczność, szybkie doprowadzenie działa do położenia bojowego, łatwość obsługi itd. W działach rozważanych przede wszystkim zależy na ułatwieniu manipulacyj mechanizmem kierunkowym i podniesień, to zaś zależy od możliwie dokładnego umieszczenia osi obrotu (osi czopów) w środku ciężkości układu. Nie zawsze jednak jest to możliwe, gdyż utrudniamy wówczas warunki ładowania (niezbędność każdorazowego powrócenia przy ładowaniu do małego kąta podniesienia) oraz zmusza do kopania dołu pod działem — aby uzyskać miejsce pod części odrzutowe, co powiększa czas doprowadzenia działa do stanu gotowości bojowej. Gdy natomiast działo jest umieszczone na pomoście — wówczas staje się wręcz niemożliwym użycie nawet tego sposobu. Aby usunąć omawiane trudności, przesuwają czopy lufy bliżej ku zamkowi działa, lecz wówczas powstaje znaczny moment, dążący do obrócenia końca lufy działa ku ziemi. Właśnie dla zrównoważenia tego momentu, wpływającego na znaczne powiększenie wysiłku celowniczego, stosuje się mechanizmy równoważące (odciążacze). Zastosowano je pierwotnie do haubic, później do dział przeciwlotniczych. Najprostszy taki mechanizm składa się ze sprężyny spiralnej łączącej łoże z kołyską. Wymaganie zasadnicze stawiane tym mechanizmom — jest to całkowite zrównoważenie układu przy wszelkich kątach podniesienia. Nie jest to zagadnienie łatwe, moment ten bowiem jest zmienny, zależny od kąta podniesienia, przy czym zmiana ta podlega prawu zmiany cosinusa. Teoretycznie zagadnienie takie da się rozwiązać bez trudności, praktycznie wszakże godzą się zwykle z pewnym niezrównoważeniem układu. Dążą wszakże do tego, żeby wysiłek na rękojeśni mechanizmu podniesień nie przekraczał 3—5 kg.

Mechanizmy równoważące robi się sprężynowe albo hydrauliczne (hydro-pneumatyczne*) w użytku częstsze są pierwsze. Mechanizm taki składa się ze sprężyny spiralnej, zawartej w dwóch rurach.

---

*) analogiczne w istocie do takichże mechanizmów powrotników w zespole oporopowrotnika.

W celu skrócenia długości tego mechanizmu stosują nieraz urządzenie teleskopowe, polegające na zastąpieniu jednej sprężyny — dwiema współosiowymi. Opis tego urządzenia pomijamy, jak również szereg innych rozwiązań konstrukcyjnych. Zatrzymajmy się jedynie jeszcze na porównaniu wad i zalet tych mechanizmów sprężynowych i hydro-pneumatycznych.

Zalety mechanizmu sprężynowego: 1) niewrażliwość na zmianę temperatury, 2) brak uszczelnień, 3) mechanizm nie wymaga tak wielkiej uwagi w konserwacji jak hydro-pneumatyczny.

Wady mechanizmu sprężynowego: 1) wysokość sprężyny ulega z czasem obniżeniu, co wpływa niekorzystnie na pracę mechanizmu, 2) zdarzają się wypadki złamania się (pęknięcia) sprężyny; wówczas z braku zapasowej, działo nie nadaje się do użytku.

Zalety mechanizmu hydro-pneumatycznego: 1) możliwość regulowania elementów mechanizmu w szerokich granicach, 2) zawsze istnieje możliwość dopompowania powietrza w wypadku stwierdzenia małej jego prężności.

Wady mechanizmu hydro-pneumatycznego: 1) duża wrażliwość na zmianę temperatury, 2) niezbędność stosowania uszczelnień; zastosowanie uszczelnień nie wyklucza wszakże przedostawania się nazewnątrz płynu i powietrza, co zmusza do starannej konserwacji mechanizmu i częstej kontroli dobroci działania.

Przytoczone przyczyny są jednocześnie wyjaśnieniem, dlaczego chętniej są używane mechanizmy odciążające sprężynowe.

4. O zużyciu i trwałości konstrukcji artyleryjskich. — J. Rudin.

Dla zbadania okresu przydatności konstrukcji artyleryjskich największą wartość przedstawiają dokumenty charakteryzujące zachowanie się ich w trakcie eksploatacji. Chodzi tu przede wszystkim o formularze i protokóły braków stwierdzonych przed remontem. Warunki demobilizacji carskiej armii rosyjskiej nie pozwoliły wykorzystać formularzy dział, których używano w okresie wojny światowej. Tym cenniejsze są materiały, które pozwalają w przybliżony chociażby sposób ocenić stan sprzętu artyleryjskiego w okresie wojny światowej. Rzuca na to światło materiał komisji dotyczący zbadania stanu sprzętu artyleryjskiego VII-ej armii rosyjskiej, odnoszący się do okresu pierwszej połowy 1916 roku.

Cele, które stawiała przed sobą komisja, były następujące:

1. Wyjaśnić potrzebę remontu sprzętu środkami będącymi w dyspozycji warsztatów remontowych polowych.

2. Wyjaśnić zapotrzebowanie co do zamiany niezdatnych elementów oraz naprawy gruntownej, wykonywanej w zbrojowniach.

Prace komisji były zakrojone na szeroką skalę, przy czym każde działo zostało poddane szczegółowemu zbadaniu. Badano samo działo, jaszcze i amunicję. Zbadaniu poddano następujący sprzęt:

290 — 76 mm armat wz. 1902
14 — 76 mm armat wz. 1900
64 — 76 mm armat górskich wz. 1909
36 — 76 mm armat wz. 02 art. konnej
48 — 122 mm haubic
28 — 152 mm haubic
15 — 107 mm armat

Badania objęły następujące pozycje:

1. Jaszcze i przodki,
2. Łoża,
3. Mechanizmy kierunkowe i podniesień,
4. Oporopowrotniki,
5. Zamki,
6. Stan luf.

Szczegółowo warto rozważyć punkt ostatni:

Wypalanie się luf 76 mm dział zostało ujęte przez komisję w pięć grup:

1. Działa bez widocznego wypalenia się komory lufy.
2. Działa z dającym się zaobserwować wypalaniem, lecz nienaruszonymi polami.
3. Działa z wypaleniami i ze zniszczeniem częściowym pól.
4. Działa z wypaleniami i znacznym zniszczeniem około połowy pól na długości nie większej od 40 mm.
5. Działa b. znacznie wypalone, z daleko posuniętym zniszczeniem większości pól.

Na podstawie wyników badań luf komisja opierając się na faktach, że 20% dział, które oddały ponad 1200 strzałów zostało odniesionych według stanu przewodu lufy — do pierwszej kategorii, doszła do wniosku, że lufa musi wykonać nie mniej niż 1000 strzałów, aby przeszła do drugiej kategorii. Przejście z kategorii drugiej do trzeciej, według zdania komisji, może odbyć się w dość szerokich granicach w stosunku do ilości oddanych strzałów — od 1500 do 3000 strzałów. Przejście do kategorii czwartej — w jeszcze bardziej szerokich

granicach (od 3000 do 6000 strzałów), wreszcie do kategorii piątej należy odnieść działa, które oddały ponad 6000 strzałów.

Komisja stwierdziła, że zaledwie 1,25% luf musi ulec zamianie; stan przewodów luf, które wykonały po 5000 — 6000 strzałów pozwolił wnioskować że zamiana ich nie jest jeszcze aktualna, przy czym ustalenie krańcowej ilości strzałów, po której lufa musi być bezwzględnie wymieniona, Komisja na podstawie zebranego materiału — nie uważa za możliwe.

Autor polemizuje w tym miejscu z wywodami generała Manikowskiego zawartymi w książce: „Zaopatrzenie bojowe armii rosyjskiej w okresie wojny światowej", według których za górną granicę dla 3" armaty zostało przyjęte bezpodstawnie 3000—4000 strzałów. Autor przytacza taki urywek z tej książki:

„Żałuję, że nie udało się sprawdzić w warunkach poligonu — spadku szybkości początkowych i celności dla dział o bardzo znacznie zużytych lufach, które wykonały w rzeczywistości 5000 i więcej strzałów w warunkach „barbarzyńskiego" obchodzenia się z nimi i przy stosowaniu ognia huraganowego". Według autora zdanie to potwierdza zupełny brak norm dotyczących zużycia się luf działowych.

Autor podkreśla również trudności związane z rejestracją ilości oddanych strzałów w warunkach bojowych. Najracjonalniejszym rozwiązaniem zagadnienia będzie ustawienie na działach liczników automatycznych, do czego doszła też Komisja proponując jako zasadę przyrządu — wykorzystanie odrzutu działa.

Drugą ważną cechą, która musi być wzięta pod uwagę, jest pomniejszenie celności spowodowane zużyciem się przewodu luf. Dotychczas cecha ta była ustalana jedynie na oko. Racjonalne zbadanie jej w warunkach wojny jest niemożliwe. Wszakże dużo można byłoby się spodziewać po wprowadzeniu lekkich przenośnych chronografów polowych, które pozwoliłyby szybko określać spadek szybkości początkowych — najważniejsze kryterium dla określenia stopnia zużycia lufy działa.

Przytoczony stan zagadnienia zużycia luf w carskiej armii rosyjskiej należy uważać za całkowicie nieistotny.

Komitet Artyleryjski, rozpatrzywszy w maju 1926 roku materiały dostarczone przez komisję, zmuszony był uznać brak wszelkich norm dotyczących zużycia się luf działowych. Techniczne uzasadnienie nie-

zbędności ostrożnego podejścia do tej sprawy podane przez komitet przytacza się w wyjątkach:

1. Istnienie w przewodzie lufy wyżarć spowodowanych wypalaniem się luf niezawsze istotnie wpływa na obniżenie własności balistycznych działa; nie może być więc wzięte za podstawę do zabrakowania lufy. Znaczenie praktyczne tych czynników zależy nie tylko od stopnia zniszczenia lufy, lecz i od względnegoześrodkowania się tych zniszczeń w lufie.

2. Poza zniszczeniem lufy działa wyrażającym się w wyrwach w okolicach pól i wypaleniu przedniej części komory, zauważono jeszcze specjalny rodzaj zużycia polegający na zaokrąglaniu się pól gwintów, dzięki czemu zatraca się ostry charakter gwintów. Zaobserwowano to zwłaszcza w przewodzie 42 liniowej armaty wz. 1910 i częściowo w haubicach.

3. Ilość oddanych strzałów z działa nie może być również wzięta za podstawę za ocenę przydatności działa do dalszej służby, gdyż stopień i rodzaj zużycia przy tej samej ilości strzałów mogą być rozmaite dla różnych dział i zależą głównie od własności metalu luf.

4. Pogorszona celność działa może być skutkiem rozregulowania urządzeń celowniczych, zużycia mechanizmu podniesień i łoża przy równoczesnym dobrym stanie przewodu lufy. Należy przyjąć za zasadę, że lufa może być zabrakowana z przyczyny niewystarczającej celności tylko wówczas, gdy strzelanie wykonano przy użyciu łoża i urządzeń celowniczych wzorcowych; w szczególności na celność strzelania z haubic wpływa w znacznym stopniu stan naboi i niejednokrotnie konstrukcja pierścienia wiodącego. Przy zawilgotnieniu nabojów celność zasadniczo obniża się. Zjawisko to szczególnie wyraźnie występuje w 48" armatach i 6" haubicach; wyrzucanie niespalonych cząstek zawilgoconego prochu z lufy wskazuje, że można spodziewać się zmniejszonej donośności. Tu przyczyna pogorszenia celności tkwi w nieodpowiednich warunkach przechowywania ładunków, a nie w wadach przewodu. Konstrukcja pierścienia wiodącego (całkowity lub z rowkami) też wpływa na celność. Zauważono to w szczególności przy strzelaniu grantami z 42''' armat szybkostrzelnych, w których lufy były bardzo zniszczone. Należy również dodać, że istnienie wyżarć z powodu wypalenia lufy nie wpływa na wytrzymałość działa i komitetowi nie są znane wypadki rozerwania się lufy z powodu takich wyżarć. Przytoczone wyniki zmuszają podchodzić nader ostroż-

nie do zagadnień dotyczących ustalenia norm zużycia luf, ocenianego według stanu przewodu lufy.

Wniosek praktyczny, który został wyciągnięty z podanych doświadczeń, brzmiał w sposób następujący: „Przechodząc do zagadnienia ustalenia praktycznych norm zużycia sprzętu artyleryjskiego, któreby upoważniły oddziały wojskowe do żądania zamiany niezdatnych części, należy podkreślić, że chociaż oddział I Komitetu normy te częściowo ustalił, to jednak całkowite rozwiązanie tej sprawy może przeprowadzić oddział VII Komitetu Artyleryjskiego". ***Podając ten wynik autor wnioskuje, że zagadnienie zużycia sprzętu pozostało otwarte.***

Przytaczając wyniki powyższe autor podnosi jednocześnie następujące zagadnienia do rozwiązania:

1. Rzeczowe ustalenie granicy zużycia sprzętu artyleryjskiego i innych agregatów technicznych jest zagadnieniem niezwykle ważnym z punktu widzenia obliczenia zapotrzebowania wojska na sprzęt uzupełniający straty pochodzące od zużycia. Wojsko carskie rosyjskie, według autora, norm takich nie posiadało. W przybliżeniu przyjęto normy oparte o dane zużycia, według Manikowskiego, które pozwoliły ustalić miesięczną normę ubytku sprzętu na 5%, albo 60% na rok. Te normy zużycia często figurowały w zapotrzebowaniach wojska carskiego na konferencjach aliantów i należy przypuszczać, że normy te ułożono z pewnym „zapasem".
2. Drugim niezwykle ważnym zagadnieniem jest istota ustalenia norm zużycia. Tu nasuwają się takie pytania:
   a) co należy uważać za graniczne zużycie;
   b) jakimi metodami należy określać tę granicę zużycia;
   c) jakie środki należy przedsięwziąć, aby zmniejszyć zużycie sprzętu.

Wszystkie te zagadnienia nie można uważać za zbadane do tej pory.

Należy również wziąć pod uwagę, że w czasie pokoju normy te są nazbyt obostrzone, naprzykład lekko wyżarta lufa w czasie pokoju jest zjawiskiem całkowicie niepożądanym, aczkolwiek lufy takie mogą być pod względem własności balistycznych całkiem zdatne do użytku. Takich przykładów przytoczyć można wiele.

W czasie pokoju możliwą jest rzeczą stosować remont jak najczęstszy, natomiast w czasie wojny zbyt wysokie wymagania co do stanu

sprzętu mogą spowodować niepotrzebne trudności w zaopatrzeniu frontu, gdyż sprzęt wzięty do remontu w warunkach wojny musi być natychmiast zastąpiony sprzętem innym. W skutkach musi to spowodować stworzenie znacznego zapasu sprzętu znajdującego się daleko po za frontem, co nie zawsze jest rzeczą możliwą.

Uwagi przytoczone zmuszają ustalić dwa rodzaje norm: dla czasu pokoju i dla czasu wojny, przy czym normy czasu wojennego należy oprzeć na maksymalnym zużyciu broni. Ostatecznie dochodzimy do wniosku:

1. Normy zużycia i uzupełnienia sprzętu wymagają rzeczowego sprawdzenia i ustalenia.
2. Normy zużycia w okresie pokoju i wojny w zasadzie muszą być ustalone różnie; normy zużycia w czasie wojny muszą się opierać na podstawie maksymalnego wyzyskania sprzętu przed zabrakowaniem.
3. Normy zaopatrzenia oddziałów wojskowych w części zapasowe sprzętu muszą być przejrzane na podstawie doświadczenia ostatniej wojny i praktyki okresu pokojowego.
4. Sprzęt, znajdujący się w użyciu wojsk i poligonów w czasie pokojowym, powinien być poddany specjalnym obserwacjom tak z punktu widzenia ustalenia wad konstrukcyjnych, jako też z punktu widzenia ustalenia norm zużycia.

5. *O zgodności torów rozmaitych pocisków karabinowych* *) Czernozubow.

Wiadomo, że broń o kalibrze 7,62 mm ma skalę celownika dostosowaną do lekkiego pocisku karabinowego. Jedynie ciężki karabin maszynowy posiada dwie skale: jedną dla pocisku ciężkiego i drugą — dla lekkiego. Jednakże oprócz tych pocisków istnieje cały szereg innych o specjalnym przeznaczeniu, jak np. pancernych, świetlnych itp.

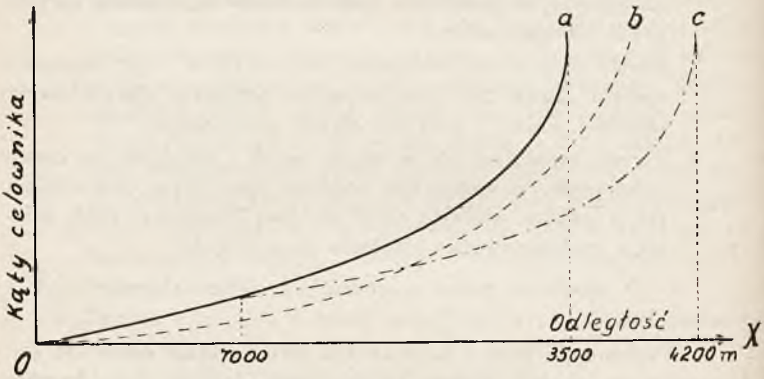
Ze względu na odmienność konstrukcji tych pocisków — rozkład mas jest w nich inny aniżeli w pociskach normalnych, co w skutkach powodowałoby odmienne ich zachowanie się na torze. Zmuszałoby to do wprowadzenia licznych i odmiennych skal celownika, co w warunkach bojowych jest niemożliwe. Również należy wziąć pod uwagę, że pociski specjalne najczęściej będą użyte wespół z pociska-

---

*) p. Wiad. Techn. Uzbr. Nr. 27 — 1935 r., str. 94.

mi normalnymi, a to w celu wytyczenia toru. Z tego wynika, że ich tory muszą możliwie mało się różnić od torów pocisków zwykłych. Te przyczyny powodują, że przy konstruowaniu tych pocisków dążą do skompensowania wpływu ciężaru, rozłożenia mas oraz innych czynników kosztem zmiany kształtu pocisku (t. j. kosztem zmiany cech opływowych pocisków).

Znanym jest fakt z balistyki, że pociski z bardziej wysokim i wysmukłym ostrołukiem mają tory bardziej płaskie aniżeli pociski o ostrołukach niskich i tępych. Wpływ tego czynnika najbardziej uwydatnia się przy szybkościach większych od szybkości głosu (t. j. większych od 340 do 350 m/sek.). Również wiadomo, że istnienie u pocisków stożka tylnego znacznie wpływa na zmianę kształtu toru, po-



Rys. 1.

a) Zmiana kątów celownika zwykłego lekkiego pocisku.

b) Zmiana kątów celownika dla pocisku o tymże ciężarze, lecz z bardziej wysokim ostrołukiem.

c) Zmiana kątów celownika dla pocisku o tymże ciężarze, lecz mającego stożek tylny o długości około 4 mm.

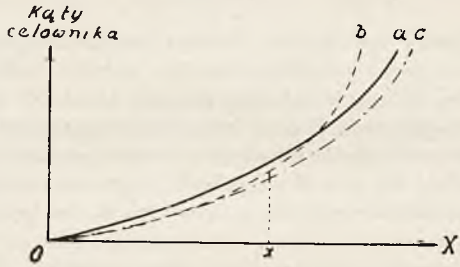
większając donośność. Wpływ tego czynnika jest największy przy szybkościach mniejszych od szybkości dźwięku.

Z tego wynika, że przez kombinację konstrukcyjną tych dwóch czynników możemy do pewnego stopnia wpływać na zmianę kształtu

toru na pewnych donośnościach albo inaczej — tor danego pocisku dostosowywać do toru innego pocisku już istniejącego.

Dla wyjaśnienia tego zagadnienia rozpatrzmy wpływ zmiany ostrołuku i stożka tylnego na zmianę kątów celownika (Rys. 1).

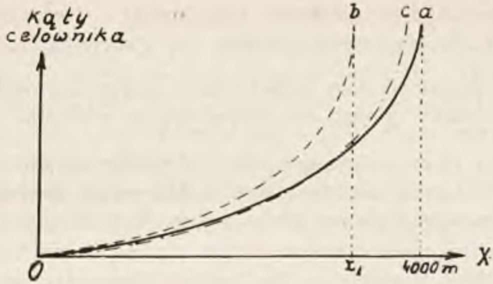
Weźmy teraz pocisk specjalny, odmienny od pocisku zwykłego co do ciężaru i rozkładu mas. (Rys. 2, krzywa a). Pocisk lekki niech ma krzywą zmiany kąta celownika wg. b (Rys. 2).



Rys. 2.

Zatem, aby zbliżyć ku sobie tory tych pocisków tak, żeby było możliwe strzelanie przy tym samym kącie celownika — niezbędną jest rzeczą dla danego pocisku specjalnego zwiększyć wysokość ostrołuku i jego wysmukłość. Zmianę tę odtwarza krzywa „c" na tymże rysunku. Jak widać, do pewnej donośności równej „x" będą miały te krzywe *b* i *c* niemal identyczny przebieg, natomiast przy donośnościach większych od x tory będą jeszcze bardziej rozchodzić się aniżeli przed zmianą.

Oto drugi przykład: (Rys. 3) niech krzywa *a* będzie krzywą zmiany kątów celownika dla pocisku ciężkiego, krzywa *b* — także krzywa dla pewnego specjalnego pocisku. Gdy pocisk ten zaopatrzyć w stożek tylny (lub ewentualnie go powiększyć), to krzywa przedstawi się jako krzywa *c*. Będzie ona do pewnej donośności „x_1" mieć analogiczną zmianę kątów celowania jak pocisk ciężki.



Rys. 3.

Dla zmiany toru pocisku można jeszcze korzystać ze zmiany szybkości początkowej pocisku, jesteśmy jednak tu bardziej ograniczeni, gdyż bez zmiany konstrukcji pocisku, broni i gatunku prochu — trudno spodziewać się uzyskania znacznej zmiany w szybkości. W kierunku zmniejszenia szybkości jesteśmy mniej narażeni na ograniczenia, lecz zmienia się wówczas działanie skuteczne pocisku, np. pocisk pancerny ze zmniejszoną szybkością w efekcie działania byłby znacznie słabszy.

Stąd możemy wnioskować, że opisana ostatnio droga może być stosowaną w wyjątkowych wypadkach, należy więc przede wszystkim operować zmianą kształtu, traktując zmianę szybkości jako czynnik wyrównawczy.

Dla pocisków specjalnych sprawa upraszcza się cokolwiek, gdyż ich działanie jest ograniczone co do donośności, a więc ich maksymalna donośność nie jest zwykle wyzyskana. Np. pociski specjalne o kal. 7,62 nie mogą przebić pancerza na donośnościach znacznych, a tym bardziej — na największych. W tym wypadku należy dążyć do uzyskania zgodności torów do granicy donośności działania efektywnego tych pocisków.

Przejdźmy obecnie do warunków strzelania pociskami 7,62 mm pancernymi. Dla tych pocisków przebieg ich toru jest analogiczny do toru pocisków ciężkich do donośności 1600 m, a pocisków lekkich do 800 — 900 m. A więc na tych donośnościach można korzystać ze skal celowników bez zastosowania jakichkolwiek poprawek, natomiast przy większych donośnościach należałoby wprowadzać poprawki.

Co się tyczy strzelania pociskiem pancernym z broni mającej skalę celownika jedynie dla pocisku lekkiego, to jest ono możliwe dla

donośności do 800 — 900 m bez wprowadzenia jakichkolwiekbądź poprawek na niezgodność celownika.

Przy strzelaniu do obiektów lotniczych, pamiętając, że pancerz jest tu zwykle cienki (2—4 mm), musimy liczyć się z tym, że jednak przy donośnościach powyżej 800 — 900 m strzelanie będzie mało wydajne albo wręcz nie opłacające się. Nadaje się tu użycie karabinu maszynowego do ciężkiego pocisku. Pozwala to skutecznie zwalczać samoloty na donośnościach nawet do 1600 m, poza którymi działanie przebijające tych pocisków nie jest już wystarczające. Ponieważ jednak prawdopodobieństwo trafienia na tych donośnościach jest małe, Francuzi więc nawet są zdania, że przy tym kalibrze maksymalna donośność nie powinna przekraczać 800 — 1000 m.

Rozważmy następnie pociski o kalibrze 7,62 mm smugowe (świetlne lub dymne); tu w miarę wypalania się masy zmienia się położenie środka ciężkości oraz istnieje działanie rakietowe, — zatem warunki lotu ulegają z czasem zmianie. Przeznaczeniem tych pocisków jest ułatwienie wstrzelania się do celu zwłaszcza ruchomego (samochody, czołgi, samoloty); również mogą być użyte do wstrzeliwania się do celów żywych. A więc pocisk ten w zasadzie nie jest pociskiem rażącym, lecz pomocniczym służącym do wstrzeliwania się i korygowania strzelania; w tym celu zwykle do taśmy k.m. pociski takie wkładają w odstępie kilku pocisków zwykłych (1—5).

Oczywista, że stosowanie pocisków smugowych możliwe jest jedynie wtedy, gdy tory ich pokrywają się z torami pocisków zwykłych, gdyż żadnych poprawek wprowadzić nie możemy.

Sprawa komplikuje się jeszcze przez niezbędność równoczesnego użycia tych pocisków do lekkich i ciężkich pocisków normalnych. Ponieważ zgodność torów zachowaną jest przeważnie pomiędzy ciężkimi pociskami specjalnymi a normalnymi, więc i tu należy się zastosować do pocisku ciężkiego. Zwykle tory pocisków smugowych mają tę zgodność z torami pocisków normalnych (ciężkich) — do 1200, i lekkich — do 1000 m.

Przy strzelaniu innymi pociskami specjalnymi można zastosować następujące założenia ogólne:

1) Skali celownika wykonanego dla pocisku lekkiego można użyć do wszystkich pocisków specjalnych przy donośnościach do 1000 m.

2) Skali celownika wykonanego dla pocisku ciężkiego można użyć do donośności 1200 — 1300 m, z wyjątkiem strzelania pociskami pancernymi, dla których odległość tę można powiększyć do 1600 m.

Co się tyczy poprawek na wpływy meteorologiczne, to można je brać wspólnie dla wszystkich rodzajów pocisków, gdyż niezgodność między tymi poprawkami dla donośności do 1500 m praktycznie może być nie braną pod uwagę. Analogicznie traktujemy poprawki na zboczenie, temperaturę ładunku i t. d. Ponieważ zgodność torów pocisków specjalnych jest bliższą pocisków ciężkich, to i poprawki należy brać dla tych pocisków.

Na zakończenie, w celu racjonalnego zastosowania pocisków pancernych, przytoczymy kilka danych dotyczących przebijalności przy strzelaniu tymi pociskami:

A więc pancerze o grubości 2—4 mm są przebijalne przy donośnościach do 1400 — 1500 m, pancerz 7 mm — do 800 — 900 m; 10 mm — do 500 — 600 m, przy strzelaniu pojedynczymi strzałami. Należy również mieć na uwadze, że pociski te przeznaczone są głównie dla karabinów maszynowych, to znaczy przy strzelaniu ogniem po 10 — 15 strzałów.

6. *O powiększeniu żywotności lufy działowej*. M. Aławierdow.

Rozważając problem żywotności (długotrwałości) lufy należy wziąć pod uwagę trzy zasadnicze zagadnienia:

1) Ustalenie zasad oceny przydatności działa do służby bojowej.

2) Metoda brakowania lufy działa.

3) Środki stosowane w celu powiększenia żywotności lufy działa, t. j. powiększenia jej służby bojowej. Dwa pierwsze zagadnienia były rozważane poprzednio*).

Rozpatrzymy zatem obecnie zagadnienie trzecie.

Stały wzrost potęgi ognia artylerii wysunął na pierwszy plan kwestię żywotności lufy jako elementu najbardziej zużywającego się. Walka o żywotność lufy zmusza w pierwszym rzędzie do ustalenia faktów, decydująco wpływających na wypalanie się i zużywanie się lufy działa. Zagadnieniem tym zajmowało się wielu uczonych przy końcu XIX stulecia. Również w ciągu kilku ostatnich lat ukazało się sporo prac dotyczących tego zagadnienia, są to przeważnie wszakże

*) p. Wiad. Techn. Uzbr. 1936 r: N: 34, str: 591:

prace oparte o wcześniejszy materiał doświadczalny. gdyż. jak wiadomo, doświadczenia te są kosztowne i wymagają dużego nakładu pracy badawczej; pod względem więc faktów nie wiele zmieniają dorobek doświadczalny, starając się jedynie uzupełnić lub obalić poprzednio wypowiedziane hipotezy. Zasadniczo większość współczesnych uczonych przychyla się w ocenie tych zjawisk do teoryj Charbonniera i Czernowa, które nie tylko nie wyłączają się nawzajem lecz uzupełniają się.

Niżej dążymy jedynie do zwrócenia uwagi czytelnika na wnioski praktyczne wynikające z uzyskanego doświadczalnie materiału i opartych na nim teoryj, nie będziemy więc zastanawiać się nad opisem teoryj.

Jeżeli usystematyzujemy cały materiał doświadczalny, to wyłaniają się następujące konkretne zagadnienia dla:

1) Konstruktorów dział i pocisków,
2) Prochowników,
3) Praktyków technologów wyrobu dział,
4) Artylerzystów użytkowców.

Zagadnienia te skonkretyzujemy wg. działów:

I. W stosunku do konstrukcji komory i części gwintowanej przewodu lufy.

1) Wytwarzać lufy z przewodami w miarę możności o kształcie walcowym na całej długości, t. j. z możliwie małą różnicą średnic komory i części gwintowanej, z łagodnymi przejściami zwłaszcza w obszarze stożka przejściowego. Stożek przejściowy i początek gwintowania nie powinny znajdować się w miejscu największego ciśnienia.

2) Wprowadzić gwint postępowy, kończący się u wylotu gwintem o stałym pochyleniu na długości jednego kalibra.

3) Zmienić kształt nacięcia lufy w ten sposób, iżby nie było ostrych kątów, lecz istniało łagodne przejście od pól do bruzd.

4) Powiększyć ilość gwintów w lufie, co prowadzi do zmniejszenia pracy odkształcenia pierścienia wiodącego, a więc i do ułatwienia pracy wciskania się pierścienia.

II. W stosunku do prochu.

1) Opracować i stosować prochy o niskiej temperaturze spalania się. Ten środek zaradczy jest bardzo polecany przez większość

uczonych artylerzystów (Prof. Czernow proponuje stosować proch o temperaturze nie wyższej od 1000° C).

2) Stosować prochy o małej żywości, a to w celu zmniejszenia uderzenia powstającego przy spalaniu się prochu.

3) Stosować w miarę możności ładunki zmniejszone.

III. W stosunku do amunicji i pierścienia wiodącego.

1) Stosować ładowanie w workach — czynnik ten powoduje niemal dwukrotne powiększenie żywotności lufy w stosunku do ładowania przy użyciu łuski.

2) Zmniejszyć ciężar pocisku, powiększyć długość ostrołuku.

3) Stosować większą dokładność przy wyrobie pocisków, w celu lepszego ich prowadzenia w lufie.

4) Pierścień wiodący wykonywać z czystej miedzi. W miarę możności całkiem zrezygnować z pierścienia lub zmienić jego profil; wykonać na pierścieniu rowki.

5) Stosować lepsze uszczelnianie stożka komory, w celu usunięcia przerywania się gazów.

6) Baczyć na należyte dosłanie pocisku w przewodzie lufy przy ładowaniu.

IV. W stosunku do czynników technologicznych, rdzeniowania i samowzmocnienia.

1) Odnawiać lufy za pomocą rdzeniowania, t. j. zamiany nie całej lufy, lecz jedynie cienkiej rury wewnętrznej (rdzenia), zamiana której może być uskutecznioną nawet w polu.

2) Zrezygnować z samowzmocnienia lufy lub stosować je bardzo ograniczenie — gdyż powoduje ono zimną obróbkę metalu, co w skutku daje większą twardość powierzchni i szybsze zużywanie się jej.

3) Stosować dokładność obróbki przewodu lufy za pomocą starannego szlifowania i polerowania i okresowe przeszlifowywanie przewodu w okresie służby działa.

V. W stosunku do metalu lufy.

1) Stosować gatunki stali o wysokich własnościach mechanicznych, jakoteż stale nierdzewne o dużej zawartości chromu (do 15%),

z niklem i molibdenem. (Na skutek wysokich kosztów i trudności wyrobu stali wysokostopowych stosowanie ich ogranicza się do użycia na lufy dział małych kalibrów).

2) Równocześnie z wysokimi własnościami mechanicznymi stal działowa powinna posiadać mały współczynnik rozszerzalności, duży współczynnik przewodnictwa cieplnego (w celu szybszego oddawania ciepła nazewnątrz) oraz duże ciepło właściwe (żeby zużytkować dużą ilość ciepła do nagrzania tej samej ilości metalu). W tym względzie pouczające są wyniki zbadania cech fizycznych stali wykonane w ZSRR w 1931 r.:

a) Wszystkie współczynniki cieplne znacznie zmieniają się w zależności od składu chemicznego stali i obróbki termicznej.

b) Zupełnie wyraźnym jest wpływ niklu na wszystkie współczynniki cieplne, nawet przy nieznacznej zmianie zawartości Ni (od 0,5 do 9%).

Ze wzrostem zawartości niklu w stali jej ciepło właściwe zwiększa się, a współczynniki rozszerzalności i przewodnictwa zmniejszają się.

c) Wpływu krzemu, chromu i molibdenu i innych dodatków specjalnych na zmianę tych współczynników nie ustalono, aczkolwiek należy przypuszczać, że będzie on analogiczny do wpływu niklu. Możliwe jest, że ma znaczenie nawet ich minimalna zawartość.

d) Wpływu węgla w granicach 0,14 do 0,42% — nie ustalono.

e) Współczynniki rozszerzalności i przewodnictwa cieplnego nie zależą od kierunku, w którym wycięto próbki. Ciepło właściwe wg. swego założenia jest wartością skalarową (bezkierunkową).

VI. W stosunku do czynników zależnych od warunków użytkowania sprzętu.

1) Smarować przewód lufy przed każdym strzałem. (Czynność bardzo ważna, szerzej omówimy niżej).

2) Unikać szybkiego tempa strzelania. Powolne lecz dokładne strzelanie jest bardziej skuteczne aniżeli szybkie i niecelne.

3) Oziębiać lufę tak od strony przewodu, pozostawiając zamek otwartym pomiędzy poszczególnymi strzałami, jak i od strony powierzchni zewnętrznej przez okładanie lufy mokrymi szmatami.

4) W miarę możności stosować zmniejszone ładunki.

5) Dobrze dosyłać pociski przy ładowaniu działa.

6) Prowadzić walkę z zamiedzaniem przewodu lufy.

Przytoczone ostatnio sześć punktów całkowicie zależą od użytkowców-artylerzystów; dochowanie ich — w skutku powoduje zwiększenie żywotności lufy. Rozważmy cokolwiek szczegółowiej zagadnienie smarowania przewodu lufy.

Mamy tu na myśli smarowania lufy przed każdym strzałem. Rozumie się, musimy dążyć do tego, żeby nie obniżać przez ten zabieg tempa ognia. Analiza tego zagadnienia pozwala wszakże twierdzić, że straty tej nie będzie; należy bowiem pamiętać, że największemu zużyciu podlega stożek przejściowy oraz początek gwintowania na długości mniej więcej trzech do czterech kalibrów, w tej więc okolicy należy też stosować intensywne smarowanie. Może to być wykonane albo za pomocą specjalnego wycioru, albo lepiej za pomocą szprycy załadowanej olejem wrzecionowym. Szpryca z cylindrem o średnicy 40 mm i długości 300 mm wstrzykuje strumień oleju na długości czterech—pięciu metrów, a w przewodzie 76 mm armaty wystarcza na długość 80—100 cm, t. j. na odległości najbardziej zagrożonej części przewodu. Należy pamiętać, że olej musi być płynny i wprowadzanie go do lufy musi nastąpić koniecznie przez rozpylenie, tak iżby olej nie zbierał się na dnie przewodu. W tym ostatnim celu pożytecznym jest wkładanie na wylot szprycy cienkiej siatki wystarczająco gęstej. Armaty kalibrów większych od 107 mm i wszystkie haubice powyżej 122 mm wymagają i dopuszczają oba sposoby smarowania przed każdym strzałem i to bez wszelkich trudności. Niektóre działa o wielkiej mocy lub mniejsze półautomatyczne, dopuszczają użycia sposobu drugiego, jeżeli nie przed każdym strzałem, to w każdym razie dosyć często.

Jest rzeczą niewątpliwą, że taki sposób smarowania przewodu lufy spowoduje znaczny wzrost żywotności lufy. W trakcie przeprowadzania inspekcji w jednej z zagranicznych armij ustalono, że działa pewnej grupy artylerii dają lepsze wyniki pod względem strzelania. Przeprowadzone dochodzenie pozwoliło ustalić ponad wszelką wątpliwość, że jest to skutek samorzutnego wprowadzenia przez dowódcę tej grupy — smarowania lufy w trakcie strzelania; rezultat był po prostu rażący.

7. *O wpływie ciśnienia atmosferycznego na wyniki strzelania z broni małokalibrowej.*

Autor przypomina, że przy nauczaniu strzelania z broni małokalibrowej uwzględnia się jedynie wpływ wiatru i temperatury na lot pocisku, natomiast zupełnie nie uwzględnia się wpływu ciśnienia atmo-

sferycznego. Tymczasem wpływ ten osiąga częstokroć znaczne wartości, które nie można pozostawić bez uwzględnienia. Dotyczy to przede wszystkim zmiany ciśnienia ze wzrostem wysokości. Niżej przytoczona tabela wskazuje te zmiany dla wysokości do 4000 m.

Wysokość nad poziomem morza w m	0	1000	2000	3000	4000
Ciśnienie słupa rtęci w mm	763	676	597	526	463

Zagadnienie więc to będzie aktualne w wypadku walki na obszarach górzystych. Próby wprowadzenia takich poprawek były czynione już dwukrotnie: za pierwszym razem przez Berezowskiego, znanego wydawcę literatury wojskowej w Rosji w końcu XIX i na początku XX wieku, następnie przez Fiłatowa. Autor wykonał obliczenia dotyczące tego zagadnienia dla wysokości 0, 1000, 2000, 3000, 4000 metrów przy donośnościach 300, 600 i 1200 metr., przy czym przyjęto ciężar pocisku (wz. 08) 9,6 g, szybkość początkową 870 m/sek., współczynnik kształtu 0,600, współczynnik balistyczny 3,629. Ostatnie dwie dane przyjęto zgodnie z ,,Balistyką Zewnętrzną" Wentzla, Okuniewa i Szapiro.

Badano zmianę przebiegu toru jedynie w zależności od zmiany jednego czynnika — ciśnienia, pozostawiając bez zminay wszystkie inne, a więc i kąt rzutu. Obliczenia wykonane zostały metodą całkowania liczbowego.

Obliczano przy tym wzniesienie toru nad poziomem wylotu co 50 metrów toru, przy czym za punkty odniesienia uważano wzniesienie uzyskane dla toru nad poziomem morza. Różnice pomiędzy tymi dwoma wzniesieniami nazwijmy nadwyżką wzniesienia.

Wszystkie uzyskane z obliczenia wyniki pozwalają stwierdzić wzrost nadwyżki, zwłaszcza dla większych donośności (ponad 300 m). Również wzrasta i sama donośność. Dla przykładu rozpatrzmy uzyskany wynik dla donośności około 556 metrów, przy wysokości nad poziomem morza 0 metrów.

1) Już przy wysokości 2000 metrów należy spodziewać się wzrostu donośności o 44 metry — do 600 metrów i nadwyżki wzniesienia toru dla tej donośności 43 cm.

2) Na wysokości 4000 m wzrost donośności wynosi już 85 m, a nadwyżka wzniesienia toru — 74 cm.

Stąd wyprowadza autor wnioski, że przy nauczaniu strzelca strzelaniu, — wpływ ciśnienia atmosferycznego nie może być pominięty. Dotyczy to zwłaszcza oddziałów wojskowych położonych w obszarach górskich.

Na zakończenie autor zaznacza, że istniejące specjalne „tabele powietrzne" ułożone dla celów lotnictwa, które dają wszystkie poprawki niezbędne do strzelań na dużych wysokościach, należy opracować do strzelań na ziemi, przy czym należy włączyć do tych tabel nie tylko wzniesienia torów, lecz i inne dane podane w owych tabelach.

Ż.

(WIESTNIK INŻYNIEROW I TIECHNIKOW — 1 — 1936).

Zmiany strukturalne drewna przy prasowaniu — inż. P. Chuchriomskij.

Lasy ZSRR zajmują ogromną powierzchnię, tworzącą 20% ogólnej leśnej powierzchni globu i 40% lasów strefy umiarkowanej. Rosja jest najbogatszym w lasy krajem, lecz pomimo to obecnie niektóre gałęzie przemysłu odczuwają dość często znaczny brak drewna twardych gatunków liściastych. Taki nienormalny stan tłumaczy się przede wszystkim dwiema przyczynami: ogromnym wzrostem zużycia drewna w przemyśle i niedostatecznie wielkim zapasem drewna twardych liściastych gatunków.

Potwierdzają to dane Komisariatu przemysłu leśnego z 1934 r. (tabl. 1).

Tablica 1.

Rodzaj drzewa	% w kubaturze
a. Iglaste.	
1. Sosna	22,5
2. Jodła i świerk	25,0
3. Modrzew	24,3
4. Cedr	6,9
5. Inne	1,6
6. Mieszane rodzaje	2,1
Razem iglastych	82,4

Rodzaj drzewa		% w kabaturze
	b. Twarde liściaste.	
1.	Dąb	1,0
2.	Buk	1,2
3.	Grab	0,3
4.	Jesion	0,2
5.	Inne	1,3
	Razem tward. liściastych	4,0
	c. Miękkie liściaste.	
1.	Brzoza	8,2
2.	Lipa	0,6
3.	Osika	2,3
4.	Olcha	0,2
5.	Inne	2,3
	Razem miękkich liściast.	13,6
	Ogółem	100%

Taka sytuacja z drzewem twardym zmusza przemysł do wyszukiwania z jednej strony równorzędnych materiałów zastępczych, z drugiej zaś — do ulepszania fizykomechanicznych właściwości drewna miękkiego gatunków liściastych i iglastych.

Prasowanie drewna, jak wskazują doświadczenia licznych naukowo-badawczych instytutów i wytwórni, staje się jednym ze sposobów ulepszenia mechanicznych właściwości drewna miękkich gatunków; miękkie gatunki liściaste i iglaste po sprasowaniu bez jakichkolwiek wiążących środków, przy ciężarze właściwym do 0,8—0,9 g/cm³ i przy 10—12% wilgoci nabywają wytrzymałości dębu, a nawet większej.

Dokładne zbadanie mikrostruktury normalnego i prasowanego drewna może wyjaśnić, dlaczego zachodzi ulepszenie fizykomechanicznych właściwości drewna i wskazać drogę, jak należy prasować drewno, aby otrzymać przy tym najlepsze rezultaty.

Przytoczone rysunki wskazują mikrostrukturę normalnego i prasowanego drewna różnych gatunków z przedwstępnym rozparzaniem.

Drewno zgniatano do 35—40% w stosunku do początkowej wysokości; przy czym raz prasowano w płaszczyźnie słoi rocznych, drugi raz — w płaszczyźnie promieni rdzeniowych.

U gatunków iglastych zwykle wczesne (wiosenne) narastanie masy drzewnej zajmuje więcej szeroki pas w słoju rocznym niż późniejsze. Takie ustosunkowanie się pomiędzy wcześniejszym a późniejszym przyrostem drzewa sprzyja tworzeniu się zygzakowatych krzywych linij przy prasowaniu w płaszczyźnie rocznych słoi (rys. 1). Przy prasowa-



Rys. 1. Jodła sprasowana w płaszczyźnie słoi rocznych.

niu w płaszczyźnie rocznych słoi drewna z wyraźnie zarysowującymi się rocznymi słojami, mającymi późniejszą masę drewna o szerokim pasie (dąb, jesion), takich ostrych wygięć słoi rocznych już się nie obserwuje.

W tym wypadku można zaobserwować tylko przesuwanie się jednego rocznego słoja w stosunku do drugiego, przy czym im szerszy

jest pas późniejszej masy drewna w porównaniu z pasem masy wcześniejszej, tym przesuwania się będą mniejsze (rys. 2).



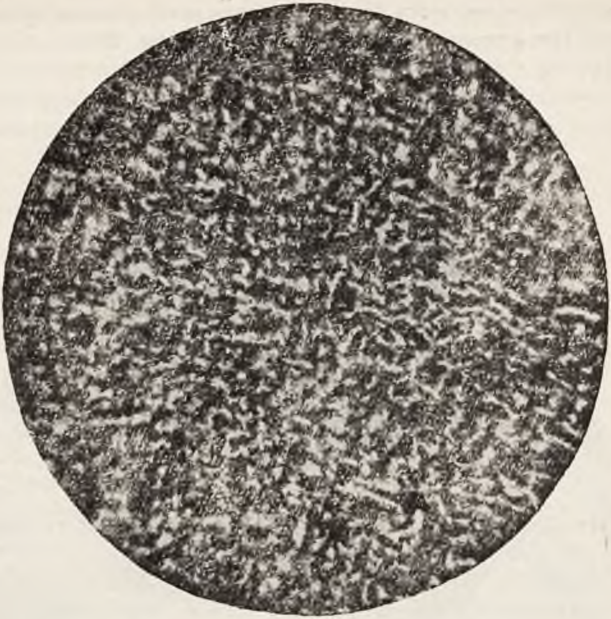
Rys. 2. Jesion sprasowany w płaszczyźnie słoi rocznych.

Prasowanie takiego drewna, jak brzoza, osika, olcha, u których budowa rocznych słoi jest równomierna (gatunki porowate) odbywa się z najmniejszym uszkodzeniem jego struktury.

Zwraca na siebie uwagę kształt naczyń po prasowaniu takich gatunków. Przy prasowaniu w płaszczyźnie rocznych słoi naczynia przyjmują wygląd wąskich szparek, a przy prasowaniu w płaszczyźnie promieni rdzeniowych przyjmują one wygląd krzywych linij mających bardzo nieokreślone kształty (rys. 3).

Promienie rdzeniowe przy prasowaniu nie zagęszczają się, a tylko się zginają (rys. 4). Zmiana kształtu promieni wyraźnie wskazuje, która część słoi rocznych zgniata się. W ten sposób przez analizowanie mikrofotografij prasowanego drewna można wysnuć następujące wnioski:

1) Struktura słoi rocznych wywiera decydujący wpływ na kierunek płaszczyzny prasowania drewna. Gatunki z wyraźnymi rocznymi słojami (sosna, jodła) z reguły należy prasować tylko w płaszczyźnie promieni rdzeniowych.



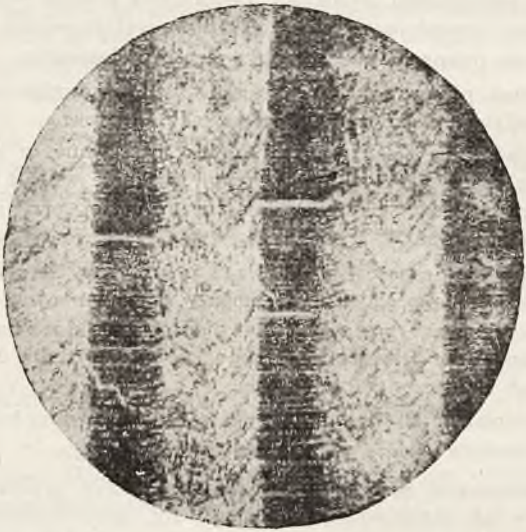
Rys. 3. Brzoza sprasowana w płaszczyźnie promieni rdzeniowych.

2) Prasowanie w płaszczyźnie promieni rdzeniowych drewna z wyraźnymi słojami rocznymi odbywa się kosztem zgęszczenia pulchnej wiosennej części tych słojów (rys. 4).

3) Prasowanie drewna mającego równomierną budowę rocznych słoi (brzoza) może być stosowane w płaszczyźnie rocznych słoi jak również w płaszczyźnie promieni.

Mikrostruktura normalnego i prasowanego drewna wyraźnie tłumaczy przyczynę, dlaczego w jednym gatunku drzewa liczba Poissona jest większą, a w drugim — mniejszą i dlaczego w jednym i tym samym gatunku drzewa ta liczba zmienia się w zależności od płaszczyzny zgniatania. Naprzykład brzoza przy prasowaniu w płaszczyźnie promieni daje większą liczbę Poissona niż przy prasowaniu w płaszczyźnie rocznych słoi.

W pierwszym wypadku naczynia, wyciągnięte po promieniu w postaci elipsy, ściskają się w kierunku osi długiej, co wpływa na znaczne uszkodzenie struktury i powoduje boczne rozszerzenie (rozpłasz-



Rys. 4. Jodła sprasowana w płaszczyźnie promieni rdzeniowych.

czenie się) drewna, a w drugim wypadku — naczynia ściskając się po osi małej wydłużają się bardzo mało, struktura rocznych słoi zmienia się przy tym również niewiele, — w rezultacie boczne rozszerzenie jest nieznaczne.

Przy prasowaniu gatunków iglastych w płaszczyźnie promieni rdzeniowych, każdy roczny słój pozostaje zupełnie izolowany, wskutek czego boczne rozszerzenie jest nikłe.

Nadmierne prasowanie może spowodować częściowe zburzenie oddzielnych elementów drewna, dlatego też zwiększenie zgniotu przy prasowaniu nie zawsze jest związane ze zwiększeniem się współczynników mechanicznych właściwości drewna. Jak wskazują doświadczenia, wytrzymałość na statyczne obciążenie przy zginaniu, ściskaniu

wzdłuż włókien oraz twardość w poprzek włókien wzrastają proporcjonalnie do zgniotu włókien, lecz tylko przy zwiększaniu nacisku prasowania do pewnego stopnia. Dla brzozy i jesionu ten optymalny stopień prasowania jest bliski 50%, a dla sosny — około 60% w stosunku do początkowej wysokości. Zwiększenie stopnia prasowania po za te normy powoduje częściowe obniżenie wytrzymałości drewna, co wskazuje na pewnego rodzaju zburzenie jego elementów.

Kierunek płaszczyzny prasowania wywiera również swój wpływ na te zasadnicze współczynniki wytrzymałości drewna.

Doświadczenia wskazują, że drewno prasowane w płaszczyźnie promieni z reguły jest wytrzymalsze na ściskanie wzdłuż włókien od drewna prasowanego w płaszczyźnie rocznych słoi, przy jednakowym ciężarze właściwym.

Ostatnia okoliczność spowodowana jest faktem, że przy prasowaniu w płaszczynie promieni — elementy drewna ulegają mniejszemu zniszczeniu niż przy prasowaniu w płaszczyźnie słoi rocznych. Powyższe odnosi się prawdopodobnie do każdego gatunku drewna, niezależnie od struktury słoi rocznych.

Wytrzymałość drewna na odłupywanie w płaszczyźnie prasowania jest znacznie wyższa niż drewna nieprasowanego.

Zygzakowatość promieni odśrodkowych, jeżeli prasowanie odbywało się w ich płaszczyźnie i rocznych słoi, jeżeli prasowanie stosowało się w płaszczyźnie słoi rocznych, — okazuje decydujący wpływ na odłupywanie drewna. Wytrzymałość takiego drewna na odłupywanie w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny prasowania zwykle bywa zbliżona do wytrzymałości drewna nie prasowanego.

Kierunek słoi rocznych w stosunku do płaszczyzny prasowania drewna wywiera wielki wpływ na zużywany przy tym wysiłek. Dlaczego to zachodzi, — łatwo zrozumieć z mikrostruktury drewna i z tych zmian, jakie zachodzą przy prasowaniu.

Tak na przykład, przy prasowaniu brzozy w płaszczyźnie słoi rocznych, zużywa się o 20—30% mniej wysiłku niż przy prasowaniu w płaszczyźnie promieni rdzeniowych.

W wypadku pierwszym naczynia podlegają deformacji w płaszczyźnie małej osi elipsy, a w drugim — w płaszczyźnie osi dużej, co wpływa w decydujący sposób na wielkość wysiłku potrzebnego do prasowania. Takie samo zjawisko obserwuje się przy prasowaniu i innych porowatych gatunków drewna (osika, lipa itp.).

Przy prasowaniu drewna gatunków iglastych oraz liściastych o okrągłych porach (dąb, jesion) wymagany jest mniejszy wysiłek, jeżeli zgniatanie stosuje się w płaszczyźnie promieni rdzeniowych i większy — w płaszczyźnie słoi rocznych.

Forma naczyń u gatunków o okrągłych porach nie wykazuje wyraźnego wpływu na opór zgniatania w poprzek włókien, ponieważ są one rozmieszczone głównie we wcześniejszej (wiosennej) masie drewna, znacznie słabszej niż masa późniejsza (jesienna).

Studiując w ten sposób mikrostrukturę normalnego i prasowanego drewna, można uzyskać bardzo ważne wskazania, jak należy wykonywać prasowanie drewna celem zwiększenia jego wytrzymałości.

Dla szybkiego i całkowitego opanowania przebiegu racjonalnego prasowania drewna, ścisła współpraca inżyniera i botanika jest niezbędna.

J. S.

(MIECHANIZACJA I MOTORYZACJA RKKA — styczeń 1936 r.)

O możności obliczania poprawek ruchu własnego czołga i ruchu celu według jednego wzoru. S. Keler.

Poprawka celownika *ruchu własnego* (w tysięcznych) oblicza się według wzoru:

$$\mu_t = \pm 1000 \frac{V_t}{V_0} \sin q_t \, ,$$

gdzie V_t — prędkość czołga, V_0 — szybkość początkowa pocisku, q_t — kąt na cel (między kierunkiem ruchu własnego a kierunkiem na cel).

Poprawka celownika *na ruch celu* oblicza się wg. wzoru:

$$\mu_c = \pm 1000 \frac{V_c \cdot t_n}{D} \sin q_c \, .$$

gdzie V_c — prędkość celu, t_n — czas lotu pocisku w sek., D — odległość w m, q_c — kąt celu (między kierunkiem ruchu celu a kierun-

kiem na cel). Drogą prostego przekształcenia wzory te otrzymają postać:

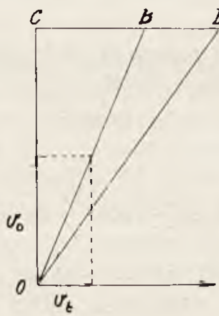
$$\mu_t = \pm K V_t \sin q_t$$
$$\mu_c = \pm K' V_c \sin q_c$$

gdzie K i K' stałe współczynniki zależne od własności balistycznych broni, np. dla armatki Hotchkissa $K = 0.6$; $K' = 0.8$.

Konieczność korzystania przy obliczaniu wskazanych poprawek z różnych wzorów jest niewygodna. Wobec tego warto zbadać, czy istnieje praktyczna możliwość obliczania obu poprawek według jednego wzoru typu:

$$\mu = \pm 1000 \frac{V_t}{D} \sin q$$

Rozpatrzmy błąd otrzymany przy obliczaniu poprawki na ruch własny wg wzoru poprawki na ruch celu i jego praktyczne znaczenie. Dla wyjaśnienia zagadnienia przyjmujemy, że strzelanie odbywa się do celu nieruchomego C na odległość $OC = D$ metrów z czołga poruszającego się z prędkością V_t m/s w kierunku wskazanym strzałką na rys. 1. Pocisk, lecący z działa w kierunku celu z szybkością początko-



Rys. 1.

wą równą V_0 m/s, jednocześnie posiada także szybkość V_t m/s. Wobec tego odchyli się w kierunku ruchu czołga i do celu nie trafi. Drogą pocisku będzie kierunek OB. Wielkość odchylenia $CB = \frac{V_t D}{V_0}$ lub w tysięcznych $\mu_1 = 1000 \frac{V_t}{V_0}$.

Dalej rozumujemy w sposób następujący: pocisk, wystrzelony z pewną szybkością początkową, doleci do celu znajdującego się w odległości D od poruszającego się z prędkością V_t czołga w czasie t_n sekund, odchyli się jednak od celu na wielkość równą iloczynowi z prędkości czołga przez czas lotu, tj. o wielkość liniową równą $V_t \cdot t_n$ czyli CB' (rys. 1).

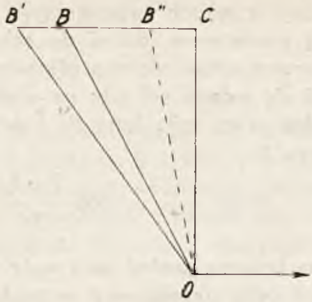
$$COB' = \mu_2 = 1000 \frac{V_t \cdot t_n}{D}$$

Ostatni wzór ma tę samą postać, co i wzór na obliczenie poprawki celownika na ruch celu. Jeżelibyśmy prowadzili swoje rozważania w przypuszczeniu, że czołg stoi w miejscu, a cel C porusza się z prędkością V_t to doszlibyśmy do tego samego wyniku. Różnica obu poprawek czyli kąt $BOB' = COB' - COB = \frac{1000\, V_t \cdot t_n}{D} - 1000 \frac{V_t}{V_0}$.

Po wykonaniu odejmowania kąt $BOB' = \mu_2 - \mu_1 = 1000 \frac{V_t}{D}\left(t_n - \frac{D}{V_0}\right)$.

Jest to postać wzoru na obliczenie porawki na *wiatr boczny*, szybkość którego równa się V_t. A zatem obliczając odchylenie pocisku wg. wzoru μ_2 a nie wg. wzoru μ_1 popełniamy błąd liczbowo równy odchyleniu pocisku pod wpływem wiatru bocznego, którego szybkość równa się prędkości czołga.

Celem zbadania praktycznego znaczenia tego błędu przeprowadźmy następujące rozumowanie. Przypuśćmy, że na rys. 2 kąt COB' odpowiada kątowi wg. wzoru na μ_2, a kąt COB odpowiada kątowi wg. wzoru na μ_1. Ponieważ w danym wypadku strzelanie odbywa się z lewej burty, to poprawkę bierze się w lewo, tj. punkt B' będzie punktem celowania, jeżeli poprawka obliczona jest wg. wzoru pierwszego, a punkt B punktem celowania, jeśli poprawka jest obliczona podług wzoru drugiego. Jeżeli oddamy strzał celując w punkt B, to pocisk trafi w cel, ponieważ wielkość CB jest wielkością liniowego odchylenia pocisku wskutek wpływu prędkości czołga. Jeżeli wystrzelimy celując w B', to pocisk padnie na lewo od celu w pewnym punkcie B'', gdyż poprawka obliczona wg. wzoru odnośnego jest za duża. Odległość $B''C$ odpowiadająca kątowi COB'' jest równa odległości $B'B$ która odpowiada kątowi $B'OB$, wielkość którego jak już obliczyliśmy, wynosi: $1000 \frac{V_t}{D}\left(t_n - \frac{D}{V_0}\right)$, to jest równa się odchyleniu po-



Rys. 2.

chodzącemu od fikcyjnego wiatru bocznego o szybkości równej prędkości czołga.

Z powyższego rozumowania można wyprowadzić następujące wnioski: Jeżeli poprawka na ruch czołga oblicza się wg. wzoru $1000 \frac{V_t \cdot t_n}{D}$, a nie wg wzoru $1000 \frac{V_t}{V_0}$, to wynik jest ten sam, jak gdyby poprawka była obliczona wg. wzoru drugiego. lecz bez uwzględnienia wpływu wiatru bocznego, szybkość którego jest równa prędkości czołga, a kierunek przeciwny kierunkowi ruchu czołga. Wiatr, o którym mowa, jest oczywiście wiatrem względem czołga, a nie względem ziemi, ponieważ według założenia strzelanie odbywa się w czasie pogody bezwietrznej. Wyjaśnimy to. Załóżmy, że strzelanie odbywa się z ruchomego czołga (rys. 2), prędkość którego $V_t = 18$ km/g $=$ 5 m/s. Oprócz tego z lewej strony wieje wiatr z szybkością 5 m/s. Wówczas, ażeby pocisk trafił do celu, trzeba uwzględnić porawki na ruch własny i na boczny wiatr. Ponieważ strzelanie odbywa się z lewej burty, a wiatr wieje z lewej strony, to obie poprawki należy wziąć w lewo i całkowita poprawka będzie równa sumie tych poprawek, czyli $\mu = \mu_w + \mu^t$, co po podstawieniach i uproszczeniu da $\mu = 1000 \frac{V_t \cdot t_n}{D}$.

A zatem w danym wypadku poprawka na ruch własny, obliczona wg. wzoru $1000 \frac{V_t \cdot t_n}{D}$ byłaby należytą, ponieważ uwzględniłaby i wiatr boczny, którego szybkość względem ziemi jest równa prędko-

ści czołga, a kierunek pokrywa się z kierunkiem ruchu czołga. W danym wypadku szybkość wiatru względem czołga równa się 0. W wypadku zaś, kiedy szybkość wiatru względem ziemi była 0, względem czołga szybkość jego była równa prędkości czołga V_t. Zatem, obliczając poprawkę na ruch własny wg. wzoru $1000 \frac{V_t t_n}{D}$ pomijamy wpływ wiatru bocznego, szybkość którego względem czołga równa jest prędkości czołga, a kierunek jest przeciwny kierunkowi ruchu czołga.

Uwaga. Dotychczas przypuszczaliśmy, że w chwili strzału kąt na cel równy jest 90°. Łatwo sprawdzić, że wszystkie wnioski będą ważne i dla dowolnego kąta w granicach od 0° do 180°. W tym wypadku trzeba brać składowe szybkości wiatru i prędkości czołga w kierunku prostopadłym do kierunku strzelania. Ponieważ przy strzelaniu z ruchomego czołga wpływu wiatru w ogóle nie bierze się pod uwagę, to błąd wynikający z obliczenia poprawki na ruch własny wg. wzoru na poprawkę ruchu celu nic nowego nie wnosi i zamiana jednego wzoru przez drugi jest zupełnie dopuszczalna.

Przystąpimy teraz do rozpatrzenia wzorów uproszczonych na ruch własny i ruch celu:

$$\mu_t = \pm K V_t \sin q_t ; \qquad \mu_c = \pm K' V_c \sin q_c .$$

Na podstawie przyjętego wniosku poprawkę na ruch własny i w tym wypadku można obliczać według tegoż wzoru, co i poprawkę na ruch celu. W praktyce zwykle w tym wypadku bierze się średnią wartość współczynnika i obie poprawki oblicza się wg. wzoru:

$$\mu = \frac{K' + K}{2} \cdot V \sin q .$$

Ten wzór dla armatki Hotchkissa przyjmie postać:

$$\mu = \frac{0{,}6 + 0{,}8}{2} V \sin q = 0{,}7 \ V \sin q .$$

Zbadajmy teraz, jaka może być wielkość liczbowa błędu wynikającego z powyższych obliczeń. Przypuśćmy, że strzelanie odbywa się z armatki Hotchkissa na odległość 1.000 m, prędkość czołga = 5 m/s,

tj. 18 km/g, kąt celu — 90^0, czyli strzelanie z lewego burtu. Poprawka obliczona wg. wzoru: $1000 \frac{V_t}{V_0} = 1000 \frac{5}{442} = 0 - 11$.

Poprawka obliczona wg. wzoru: $1000 \frac{V_t t_n}{D} = 1000 \frac{5 \cdot 3}{1000} = 0—15$.

Różnica wynosi 0—04. Poprawka na wiatr boczny, szybkość którego wynosi 5 m/s, równa się:

$$1000 \frac{V}{D} \left(t - \frac{D}{V_0}\right) = 1000 \cdot \frac{5}{100} \left(3 - \frac{1000}{442}\right) = 5 \cdot 0{,}8 = 0.04 .$$

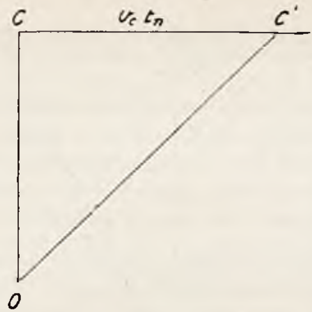
Przeprowadzone obliczenia całkowicie potwierdzają teorię. Jeżeli kąt na cel $< 90^0$, to różnica będzie jeszcze mniejsza. Np. przy kącie równym 30^0 poprawka na ruch własny w pierwszym wypadku wynosi 11.0,5 = 0—055, a w drugim 15.0,5 = 0—075. Różnica wynosi około 0—02.

Rozważmy wreszcie uproszczenia wypływające z możliwości obliczenia poprawek na ruch własny i ruch celu wg. jednego wzoru. Załóżmy, że strzelanie odbywa się z ruchomego czołga do poruszającego się celu. Dla określenia całkowitej poprawki należy: a) Zmierzyć (określić) prędkość celu, kąt celu i odległość do celu. b) Określić prędkość własnego czołga i kąt na cel. c) Obliczyć poprawkę na ruch celu i poprawkę na ruch własny. d) Dodać lub odjąć znalezione poprawki.

Działania te wymagają pewnego czasu i powinny być podzielone między dwie osoby. Zobaczmy, czy nie można w zasadzie pominąć te oddzielne pomiary i obliczenia. Załóżmy, że cel porusza się z prędkością V_c, a czołg jest nieruchomy (rys. 3). Wówczas, jeśli w chwili strzału cel znajdował się w punkcie C, to za czas lotu pocisku przyjdzie on do punktu C' przebywając drogę $V_c t_n$, a wyprzedzenie na ruch celu może być obliczone w tysięcznych wg. wzoru:

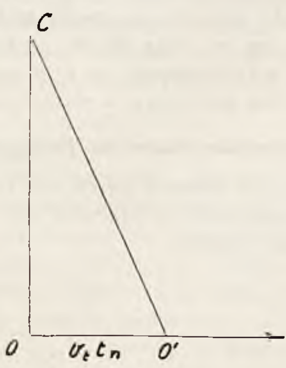
$$\mu_c = 1000 \frac{V_c t_n}{D},$$

przy czym na rys. 3 kąt COC' jest właśnie wyprzedzeniem na ruch celu. Oprócz tego wielkość tego kąta stanowi tę wartość, na jaką zmienia się kierunek na cel za czas lotu pocisku wskutek ruchu celu.

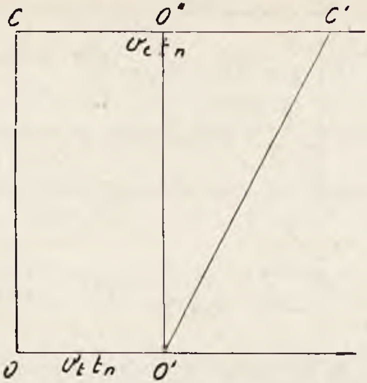


Rys. 3.

Załóżmy teraz, że cel jest nieruchomy, a czołg (rys. 4) porusza się z prędkością V_t, wówczas podobnie jak poprzednio wielkość kąta OCO' stanowi wielkość poprawki na ruch czołga i zarazem wielkość zmiany kierunku na cel wskutek ruchu czołga. W rozpatrywanym wypadku, jeżeli porusza się i cel i czołg (każdy z nich jak pokazano na rys. 3 i 4) sumaryczna poprawka jest równa różnicy poprawek na ruch celu i własny czyli równa jest różnicy zmian kierunku na cel za czas lotu pocisku wskutek ruchu celu i wskutek ruchu czołga. Różnicę tę znajdziemy, jeśli na rys. 5 połączymy punkty C' i O' odpowiadające położeniom celu i czołga w chwili upadku pocisku i przez punkt O' przeprowadzimy prostą równoległą do kierunku OC czołg—cel w chwili strzału. Kąt $O''O'C'$ stanowi wielkość zmian



Rys. 4.



Rys. 5.

kierunku wskutek ruchu celu i czołga za czas lotu pocisku. Z podanych rozważań bezpośrednio wynika, że dla określenia sumarycznej poprawki wystarczy znać odległość do celu (dla określenia czasu lotu) i wielkość zmiany kierunku na cel za ten czas, tj. wielkość kąta $O''O'C'$. Wielkość tego kąta może być zmierzona bezpośrednio przy użyciu siatki celownika optycznego. Wyjaśnimy to na przykładzie: Załóżmy, że strzelanie prowadzi się na odległość 1.000 m. Czas lotu pocisku na tę odległość niech będzie 3 sek. Kierując celownik na cel i nie ruszając wieżyczki zauważymy, na ile podziałek celownika cel zdołał się przesunąć np. w ciągu 10 sek (czas obserwacji). Przypuśćmy, że cel za ten czas przesunął się w prawo na 3 podziałki celownika. Zatem poprawka celownika w danych warunkach strzelania wynosi $\frac{3 \cdot 3}{10} = \pm 1$ podziałka celownika. Podany sposób można przyjąć niezależnie od tego, czy porusza się cel czy czołg, czy jedno i drugie. I stąd wypływa możliwość rozwiązania tego zadania we wszystkich wypadkach jedyną metodą.

P.

Postępy techniki wojskowej za granicą.

Jako *broń przeciwko samolotom* wprowadzono na angielskich okrętach wojennych działa o wielu lufach. Brak jednak szczegółów dotyczących celowania, szybkostrzelności oraz kalibru tych dział. Wiadomo tylko, że szybkość ich wylotowa jest niezwykle wysoka. Przypuszczać należy, że ich kaliber wynosi 20 — 30 mm.

We Francji został niedawno poddany próbom samolot nazwany „*czołgiem powietrznym*" z powodu ustawienia na nim armaty 75 mm. Doświadczenia ze strzelaniem z tego działa dały całkiem dobre wyniki. Jak dotychczas za najważniejszą przeszkodę do ustawiania dział tego kalibru na samolotach uważany był duży odrzut. W literaturze zagranicznej szczegółów tej instalacji nie spotykamy. Prawdopodobnie rozwiązanie zagadnienia polega na zastosowaniu hamulca wylotowego.

W dziedzinie *artylerii morskiej* zasługują na uwagę działa 120 mm., ustawiane w ilości 5 sztuk na każdym okręcie przeznaczonym do niszczenia łodzi podwodnych. Działa te ustawia się wzdłuż osi okrętu; mogą one być użyte zarówno do walki z okrętami, jak i przeciw samolotom. Uzbrojenie takiego okrętu uzupełnione jest dwiema bateriami aparatów minowych, po 4 sztuki z każdej strony. Te baterie są ustawiane również w linii średniej okrętu i mogą strzelać w obie strony. W związku z niezbędnością bardziej istotnej obrony okrętów liniowych przed minami i torpedami — dokonywane są za granicą obszerne doświadczenia nad zbadaniem działania wybuchów podwodnych na specjalnie zbudowane kessony. Rezultatem tych doświadczeń jest zaopatrzenie okrętów w podwodne komory boczne, których przeznaczeniem jest lokalizacja skutków wybuchu torpedy albo miny.

W Anglii zostały wypróbowane nowe *zasłony dymne* nazwane „fata morgana". Jak wskazuje nazwa, przeznaczenie tej zasłony polega nie na tym, aby zakrywać budowę, lecz na wprowadzeniu w błąd lotników nieprzyjacielskich. Zasłona taka została stworzona nad bezludną okolicą w odległości 35 km. od lotniska Croydon, położonego na południe od Londynu. Eskadra atakująca, skierowana z południa na Londyn, otrzymała rozkaz zaatakować to lotnisko, rzucić nań bomby i sfotografować je, co zostało wykonane wg. mniemań lotników. W rzeczywistości jednakże lotnicy bombowców zdjęli fotografie i zrzucili bomby nie nad tym lotniskiem, lecz nad stworzoną fata mor-

ganą. Według skąpych wiadomości, które przenikły do prasy, wnioskować można, że efekt ten uzyskuje się przez wypuszczanie z samolotu dymów o rozmaitych barwach i gęstościach. Dym o kolorze ceglasto-czerwonym, żółtym, szarym, bronzowym i czarnym wypuszczony nad okolicami bezludnymi w pasmach poziomych, na rozmaitych wysokościach ponad ziemią stwarza złudzenie miasta. Poza tym czarny dym wypuszczony w kierunku pionowym na rozmaitych wysokościach od ziemi daje złudzenie dymiących kominów fabrycznych. Anglicy spodziewają się wykorzystać te sztuczne złudzenia przy ewentualnych atakach lotników nieprzyjacielskich na Londyn.

Również ciekawym wynalazkiem jest nowa *broń przeciwlotnicza:* karabin o długości 5,2 m., ważący około 75 kg. Zewnętrznie przypomina on karabin olbrzym Lie-Enfielda z analogicznym urządzeniem celowniczym. Karabin zaopatrzony jest w sztuczne ramię kauczukowe. Strzelec znajduje się na małej platforemce tuż przed urządzeniem celowniczym. Odrzut karabinu przyjmuje na siebie to ramię. Karabin ładuje się 8-ma nabojami, ważącymi razem około 1,1 kg. Po wystrzale łuska zostaje usunięta przez wyrzutnik. Donośność tego karabinu — około 6 km. Próbne strzelania z karabinu do celu ruchomego, prowadzonego przez samolot, dały wyniki dobre z wyjątkiem wypadków, gdy dął silny wiatr. Kaliber karabinu nie jest wskazany, lecz sądząc z ciężaru naboju (140 g) jest on prawdopodobnie zawarty w granicach 12 — 20 mm.

Obecnie są wykonywane doświadczenia laboratoryjne nad *samolotem automatycznym,* który nazwano Drack, na pamiątkę znakomitego admirała angielskiego, który pierwszy zastosował brander przeciwko flocie hiszpańskiej w okresie wojny hiszpańsko-angielskiej.

Samolot ten bez obsady może wznosić się nad atakującą eskadrę nieprzyjacielskich bombowców i ostrzeliwać je nieprzerywanym ogniem karabinów maszynowych. Ruchy jego są kierowane przez radio. Głównym celem tego samolotu jest więc zdezorganizowanie lotu bombowców nieprzyjacielskich.

Anglicy skończyli pracę nad bardzo skuteczną automatyczną bronią — *działem przeciwczołgowym.* Jest ono ustawione na ciągniku i zaopatrzone tarczami wypukłymi ze stali cementowanej o grubości 25 mm, dla ochrony obsługi działa. Działo to ostrzeliwuje z odległości 1 km. nieprzyjacielski czołg pociskami o ciężarze 400 g. Aczkolwiek zamek tego działa jest jeszcze w stadium badań laboratoryjnych, to

celność działa jest bez zarzutów: z odległości 1 km. działo literalnie bez chybień trafia do zbliżającego się czołgu. Według zdania Anglików, żadne inne wojsko nie posiada tak świetnej broni.

Francuzi wprowadzili na uzbrojenie jako *działo przeciwczołgowe* bardzo lekką i ruchliwą armatkę przeciwczołgową Hotchkissa o kalibrze 25 mm. Szybkostrzelność tej armatki jest taka, jak karabinu maszynowego i według zdania Francuzów ma wystarczającą przebijalność pancerzy. Niemcy, wg. ich zapewnień, posiadają jeszcze bardziej doskonałe działo przeciwczołgowe, szczegółów o nim jednak brak.

W Niemczech zdecydowano ustawić na nowych pancernikach *działa 11 calowe*, szybkostrzelność których jest znacznie wyższa od szybkostrzelności dział 16 calowych. Przewiduje się ustawienie 12-tu takich dział w wieżach po 3 działa w każdej. Tempo strzelania — 2 salwy z 6-ciu dział. Szybkostrzelność w walce morskiej ma bardzo ważne znaczenie. Aczkolwiek zniszczenia powodowane przez 16 calowe działa przekraczają znacznie zniszczenia z dział 11 calowych, jednak te ostatnie mogą strzelać 2 razy szybciej od tamtych. Przewaga uzbrojenia 11 calowymi działami uwypukla się jeszcze bardziej w wypadku, gdy okręt zaopatrzony w działa 11 calowe ma większą szybkość poruszania się aniżeli okręt z działami 16 calowymi.

Admiralicja angielska w ciągu 2-ch ostatnich lat prowadzi doświadczenia nad tak zwanymi *„torpedami nadwodnymi"*. Wyporność takiej torpedy — 10 ton. Ustawione są na niej 2 diesele, pozwalające uzyskać szybkość do 40 węzłów. Do chwili zetknięcia się z flotyllą nieprzyjacielską torpedy te znajdują się na okrętach. Potem kierowane są one przez radio. Wybuch torpedy następuje na skutek uderzenia o okręt nieprzyjacielski. Poza ładunkiem głównym materiału wybuchowego torpeda nadwodna zaopatrzona jest w kilka bomb głębinowych przeznaczonych dla łodzi podwodnych. Mogą być te bomby wypuszczone z torpedy nadwodnej też za pomocą radia.

W chwili obecnej w Niemczech wykańcza się 2 *okręty liniowe:* Scharnhorst i Gneisenau. Nie zważając na to, że wyporność ich wynosi zaledwie 26 tysięcy ton i są uzbrojone w 12 dział o kalibrze 280 mm. są one nie tylko silniejsze bojowo od nowych francuskich okrętów liniowych Dunquerque i Strasbourg, które są zaopatrzone w 8 dział o kalibrze 330 mm i mają wyporność 26,500 t., lecz te nowe okręty niemieckie nie są słabsze od okrętów angielskich Nelson i Ro-

dney. Tak wielka moc bojowa tych okrętów niemieckich daje się wytłumaczyć po pierwsze olbrzymią ich szybkością (30 węzłów) jako też zautomatyzowaniem procesów ładowania przez zastosowanie podnośników elektrycznych; zezwala to na uzyskanie szybkostrzelności 3 strzałów na minutę. Ogółem biorąc każdy z tych pancerników może wyrzucić w ciągu jednej minuty 16,5 ton pocisków o kalibrze 280 mm, nie licząc pocisków 150 mm i artylerii przeciwlotniczej.

Jeden z wynalazców hiszpańskich dokonywa obecnie doświadczenia nad nową *metodą obrony przeciwlotniczej*. Polega ona na strzelaniu z ziemi rakietami, które po osiągnięciu 9 tysięcy metrów wybuchają i wyrzucają z siebie sieć z drutu stalowego, cienką jak jedwabna przędza. Sieć ta powoli opada utrzymywana przez spadochrony. Dzięki temu staje się możliwym zaplątanie się w niej samolotu nieprzyjacielskiego.

W Niemczech została wprowadzona na uzbrojenie *nowa haubica towarzysząca piechocie*. Jej charakterystyka jest następująca: kaliber 75 mm, ciężar pocisku 6 kg., szybkość początkowa 170—200 m/sek., ciężar całkowity 375 kg.. donośność 3500 m. Może być ona użyta również jako działo przeciwczołgowe.

Również Anglicy organizują obecnie przy każdym pułku piechoty t. zw. *kompanię towarzyszącą*. Kompania ta uzbrojona jest w moździerze i działa przeciwczołgowe i składa się z plutonów mieszanych uzbrojonych w 1 moździerz i jedno działo. Moździerz o lufie gładkiej Stokes-Brandt ma 2 wzory pocisku. Jeden pocisk ważący 4,5 kg. używany jest w czasie ataku oraz drugi o ciężarze 7 — 8 kg. stosuje się w wojnie okopowej. Armata o kalibrze 37 mm. strzela pociskiem o ciężarze 1,3 — 1,4 kg. i może przebijać pancerz czołga na odległości 1500 m. Poza tym jako broń przeciwczołgową dodano tym kompaniom *karabiny Gerlicha*, które różnią się od zwykłych bardzo znaczną szybkością początkową sięgającą 1500 — 1600 m/sek. Fakt wprowadzenia karabinów Gerlicha do uzbrojenia wojsk angielskich zasługuje na poważne zastanowienie się, gdyż w innych państwach zagadnienie to znajduje się jeszcze w stadium prób.

W czasopiśmie belgijskim opisane są sposoby telegrafowania i telefonowania *za pomocą promieni niewidzialnych*, przy czym przytoczono ocenę uzyskanych w rozmaitych państwach rezultatów. Do promieni niewidzialnych odnoszą się również promienie nadfioletowe. Promienie niewidzialne posiadają następujące własności: 1) Promienie niewidzialne, w szczególności promienie podczerwone, mogą być

zebrane w bardzo wąskiej wiązce, co zmniejsza ryzyko przejęcia przesłanej przy ich pomocy tajnej depeszy. 2) Promienie niewidzialne działają na niektóre związki np. cjanek baru, siarczek cynku i t. p., przy czym promienie nadfioletowe powodują świecenie się tych ciał w ciemności, a podczerwone zmniejszają je lub nawet całkowicie przygaszają. 3) Promienie niewidzialne zmieniają własności elektryczne niektórych ciał. 4) Promienie nadfioletowe szybko zanikają w powietrzu wilgotnym, tak że mogą być całkiem zatrzymane przez deszcz lub gęstą mgłę. Promienie podczerwone gasną nie tak szybko jak nadfioletowe w tych ośrodkach. W celu urzeczywistnienia łączności przy pomocy promieni niewidzialnych — niezbędnym jest ustawienie na stacji przekazującej, przed źródłem światła, filtru przepuszczającego promienie podczerwone lub nadfiołkowe. Na stacji odbiorczej należy ustawić aparaty rejestrujące, konstrukcja których jest opartą na własnościach elektrycznych niektórych ciał. W ten sposób może być nawiązana łączność, po czym do porozumienia się można użyć alfabetu Morsego. W celu użycia promieni niewidzialnych do telefonu, niezbędnym jest ustawienie na stacji nadawczej przyrządu nadającego tym promieniom modulację. Na stacji odbiorczej należy wówczas ustawić przyrząd, który pod wpływem promieni niewidzialnych wprowadzałby w ruch telefon. We Włoszech prawdopodobnie stosują do tej łączności promienie podczerwone. W r. 1933 włoska firma Galileo wykonała kilka takich aparatów. Do nich należą niewielkie stacje o zasięgu 5—6 km. oraz aparat polowy o promieniach podczerwonych działający na 20 km w dzień oraz na 30 km w nocy — przy warunkach normalnych atmosferycznych. We Francji i Rumunii również stosują aparaty łączności oparte na promieniach niewidzialnych.

Z punktu widzenia wojskowego łączność przy pomocy promieni niewidzialnych zasługuje na uwagę, najpierw z powodu szybkości uruchomienia, takiej samej jak w radio, po drugie z powodu zapewnienia większej tajności. Jednak aparaty dla tego rodzaju połączenia wymagają jeszcze ulepszeń; na ich jakość znacznie wpływa stan atmosfery. Wreszcie w obecnym swym stadium rozwoju zużywają one jeszcze dość znacznych ilości energii elektrycznej.

Niemiecka wytwórnia Rheinmetall wyprodukowała ostatnio nowy *81 mm moździerz* L/15, który co do celności i donośności dał lepsze wyniki aniżeli wszystkie obecnie istniejące moździerze innych państw. Co prawda jest on cięższy aniżeli inne moździerze tego samego kalibru ,lecz jego donośność jest większa o 1400 do 1500 m od tamtych.

Anglicy niemal zupełnie zakończyli *rozbudowę fortyfikacyj* Singapoore. Roboty betonowe na forcie Czangi są zupełnie skończone. Są na nim ustawione *trzy 457 mm armaty*, największe i najpotężniejsze działa obrony brzegowej na świecie. Nawet przy Kanale Panamskim są działa mniejszych kalibrów, bo 406 mm. Poza tym w okolicach Singapoore budują liczne kolejowe baterie o kal. 342 mm. Baterie te mogą być szybko przerzucane na zagrożony odcinek po torze kolejowym otaczającym fortyfikacje Singapoore.

W wojsku francuskim do *37 mm działa* został dodany *„granat łączności"*. Przeznaczenie tego pocisku polega na nawiązywaniu łączności pomiędzy czołgami a piechotą. Jest on urządzony w sposób następujący: część przednia pocisku napełniona jest masą dymotwórczą, tylna zaś — przeznaczona jest dla korespondencji. Obie części pocisku połączone są ze sobą łańcuszkiem i zmocowane jedna z drugą. Po opuszczeniu lufy granat łączności leci najpierw analogicznie jak zwykły pocisk, następnie, po upływie czasu z góry określonego, zapomocą zapalnika czasowego rozpada się na dwie części, przy czym z przedniej zaczyna wypływać dym widoczny dla piechoty towarzyszącej czołgom.

(Tiechnika i Wooruženje 1936 r.)

Armaty belgijskie. a) Dla artylerii polowej lekkiej armata 75 mm L/35 Cockerill: donośność 14 km, pocisk 7,5 kg, $V_0=650$ m/s, poziome pole ostrzału 20^0, pionowe 43^0, ciężar na stanowisku 1600 kg, ciąg konny lub mechaniczny.

b) Armata plotnicza 75 mm Vickers Armstrong (próbna): donośność 14,3 km, pułap 10 km, pocisk 6,5 kg, okólne pole ostrzału poziomego i kąty podniesienia do 90^0, szybkostrzelność 25 na minutę.

Obecne uzbrojenie artylerii niemieckiej (wg. Army and Navy Journal). Armatę polową 75 mm zastąpiono haubicą 105 mm z dobrą celnością do 10 km. Artyleria dywizyjna składa się z pułku art. lekkiej: 3 dyony po 3 baterie haubic 105 mm i pułku art. ciężkiej: 2 dyony po 2 baterie armat 105 mm i haubic 155 mm. Armaty i haubice ciężkie ważą po 5850 kg i mają to samo łoże. Poziome pole ostrzału 60^0, pionowe 47^0, donośność armaty 20 km, haubicy 15 km.

Włoska nowa armatka plotn. i ppanc. 20 mm. Breda ma $V_0=840$ m/s, pocisk 0,14 kg. donośność 5500 m, pułap 2700 m, poziome pole 360^0, pionowe 85^0, szybkostrzelność 220 na minutę. Ciężar 300 kg na łożu o 3-ch ogonach; w marszu spoczywa na podwoziu dwu-

kołowym na pneumatykach. Może być rozbierana na części do przenoszenia.

Ciągnik Pavesi jest powszechnie stosowany w motoryzacji artylerii włoskiej do dział od 1,5 do 12 ton (w artylerii korpusowej, armii i częściowo dywizyjnej). Działa lekkie mają podwozia elastyczne, ciężkie rozkładają się na części i przewożą na wrotkach.

Karabin maszynowy plotniczy i przeciwpancerny 12,7 mm. Vickers Armstrong, chłodzony wodą ma $V_0 = 914$ m/s, donośność 6400 m, pułap 4750 m, szybkostrzelność 350—450 na minutę, kąty podniesienia od — 10^0 do 90^0. Pociski: zwykły, pancerny (rdzeń stalowy), smugowy, pancerno-smugowy, smugowo-zapalający. Taśmy na 100 naboi. Ustrój pojedyńczy lub dwulufowy (waży 1 tonę); zastosowany do ciągnika. Celownik z wylicznikiem i mechanizmem do ostrzeliwania samolotów nurkujących.

(Krasnaja Zwiezda 1937).

SPRAWOZDANIA I RECENZJE

ŻYCIE LUFY ARMATNIEJ A MATERIAŁ STALOWY.

Problem zużywania luf jest tak prawie stary, jak artyleria. Większą jednak uwagę kwestii tej poświęcono w końcu ubiegłego stulecia. Z tego czasu też pochodzi wiele teorij i hipotez, różniących się między sobą nieraz bardzo kontrastowo. Działo się to dzięki temu, jak pisze dr. Aldo Redge, że większość badaczy tłumaczyła pewne zjawiska z własnego punktu widzenia i w przytaczanych przesłankach wykraczała poza obręb własnych zawodowych kompetencyj. Po ostatniej wojnie problem ten stał się jeszcze bardziej aktualny, a wzbogacony nowym b. obfitym materiałem pozwoli badaczom zbliżyć się do swej istoty.

Cechy charakterystyczne, towarzyszące temu procesowi, są wg. Redge'a następujące: Pierwszym objawem przepalania się jest pojawienie się ciemnych punktów i plam w przedniej części komory ładunkowej w pobliżu stożka przejściowego, jako też i na samym stożku na początku nacięć gwintowanych. Badania tych plam matowych, przeprowadzone bardzo skrupulatnie przez Czernowa, wykazały, że plamy te są niczym innym jak skupieniem drobnych pęknięć powierzchniowych, początkowo niezależnych od siebie, a w miarę dalszego strzelania wydłużających się i wiążących się ze sobą w siatkę. Wymiary i kształt komórek tej siatki są zależnie od wielu czynników, jak: wielkość kalibru i długości lufy, profil gwintu, rodzaj prochu, struktura metalu i t. p.

Pęknięcia te nie tworzą się w jednakowej ilości na całej długości lufy, lecz przeważnie w miejscu przejścia od komory nabojowej do części gwintowanej; potem stopniowo zanikają, by zjawić się następnie w części wylotowej lufy.

Udowodniono, że wypalanie wewnętrznych ścianek lufy jest wprost proporcjonalne do powstawania tych pęknieć.

Badając zużytą lufę dr. Redge odróżnia w niej następujące strefy:

1. Pierwsza strefa w komorze nabojowej. Tutaj są dwa przypadki: a) w lufach, które strzelają pociskami z łusek; ścianki komory nabojowej są chronione przez łuskę, dlatego też nie noszą one na sobie śladów zużycia; b) w lufach, w których ładunek składa się z woreczków, ślady zużycia już pojawiają się od połowy komory nabojowej wzrastając intensywnie w kierunku stożka przejściowego;

2. Druga strefa, to powierzchnia wewnętrzna lufy, zajęta przez przejście od komory nabojowej do początku nacięć gwintowanych. Ta strefa wykazuje największe zużycie, dochodzące nieraz do zupełnego zniknięcia nacięć gwintowych;

3. Trzecia strefa w połowie lufy; tutaj daje się zauważyć osiadanie miedzi i stali, prowadzące do zmniejszenia średnicy przewodu lufy;

4. Ostatnia strefa u wylotu lufy, gdzie następuje silne zużycie gwintu.

Poza tym dało się zauważyć, na podstawie licznych obserwacyj, że zużycie wzrasta początkowo bardzo szybko aż do osiągnięcia pewnej wielkości; następnie wzrasta bardzo powoli w okresie dłuższego lub krótszego czasu i wreszcie wzrasta znów bardzo szybko do chwili, gdy lufę należy wycofać.

Jeżeli chodzi o teorie zużywania się lufy, to są one w krótkości następujące. Pierwszy Nobel zajmował się tym problemem. Badał on wpływ jakości prochu na zużycie lufy. Otrzymał między innymi, że zużycie lufy rośnie wraz ze wzrostem nitrogliceryny w prochu, czyli uzależniał szybkość zużywania się lufy od ilości wywiązanego ciepła. Wg. niego przy dużej ilości ciepła materiał lufy był doprowadzany prawie do stanu topienia się, wskutek czego mechaniczne i erozyjne działania gazów porywały ze sobą cząsteczki stali.

Hudson Maxim skłaniając się do teorii Nobla podaje, że temp. gazów osiąga 2700—3600^0 C. przy ciśnieniu około 2500 kg/cm^2, wskutek czego cienka warstewka stali rozgrzewa się do punktu topliwości (1450^0). Potrafił on rzekomo wyliczyć ilość stali, jaka jest porywana przy każdym strzale z armaty 305 mm. Tworzenie się rys powierzchniowych tłumaczy się jako następstwo sił ściskających materiał, który po strzale podlega krzepnięciu.

Richards poszedł z teorię swoją jeszcze dalej. Twierdził on mianowicie, że „wymywanie" stali przy każdym strzale zachodzi nie wskutek porywania nadtopionej stali, tylko wskutek jej wyparowania. Wylicza nawet ilość pary żelaza zawartej w gazach prochowych przy jednym strzale. Jest rzeczą ciekawą, że ilość ta zgadza się z wyliczeniami Maxima.

Teoria ta w ostatnich czasach przyjęta była przez Abrama Reesa i Greavesa, którzy na rezultatach swoich licznych doświadczeń z pomocą bomby manometrycznej z różnymi stalami i stopami, oraz na zbadaniu licznych zużytych przez strzelanie luf działowych, utrzymują, że wypalanie w całości należy przypisać topieniu metalu i wymywaniu go przez strumień bardzo gorących gazów w chwili strzału.

Vieille pierwszy wskazał na możliwość cementacji powierzchniowej przez gazy, a jako motyw służył mu wzrost twardości ścianek lufy. Twierdził on, że wskutek utworzenia się twardej i kruchej warstewki wewnętrznej, tworzenie się rys powierzchniowych było bardzo ułatwione. Dalej, wg. jego zdania wiodący pierścień miedziany nie zapewnia całkowitego uszczelnienia, zwłaszcza gdy pęknięcia powierzchniowe już istnieją i gazy uchodzą z szybkością o wiele większą niż szybkość pocisku. Te gazy wędrują wzdłuż pęknieć idących równolegle do osi lufy sprzyjając oczywiście zjawisku wypalania. Wypalanie to winno się uwydatnić silniej w punktach, gdzie ciśnienie osiąga maximum, szybkość zaś pocisku jest minimalna w porównaniu z szybkością gazów. Tym daje się wytłumaczyć fakt, że wypalanie się jest najintensywniejsze w odległości dwóch kalibrów od początku nacięć gwintowych.

Bourgoin i Jarniel teorię Vieille'a zmodernizowali w ten sposób, że przedzieranie się gazów między pierścieniem wiodącym a ściankami przewodu lufy umożliwione jest nie przez drobne szczelinki pęknięć, lecz przez pierścieniową szparę, tworzącą się wokoło pocisku wskutek sprężystego odkształcania się pod wpływem wysokiego ciśnienia gazów.

Istnieje ponadto teoria „aerodynamiczna" inżyniera Charbonniera o strumieniu gazowym rozwinięta przez Letanga.

Z ciekawszych należy przytoczyć jeszcze spostrzeżenia Fay'a, który udowodnił, że utwardzenie powierzchniowe występuje tylko tam, gdzie materiał uległ deformacji (zgniotowi). Tym samym więc obalił

wszelkie przypuszczenia o możliwości cementacji powierzchniowej przez gazy prochowe.

Poza tym Graziani ostatnio wystąpił z hipotezą o możliwości azotacji warstwy powierzchniowej. Teorię tę w roku 1936 poparł dr. R e d g e.

Z tych wszystkich jednak najbardziej prawdopodobną i pewną jest chyba teoria Czernowa bardzo silnie popierana i potwierdzona przez Niemców, jak to w dalszym ciągu zobaczymy.

Problem więc zużywania się lufy, ze względu na cały szereg skomplikowanych zjawisk zachodzących przy strzale, jest jeszcze niedostatecznie wyświetlony. Czy w ogóle zjawiska te można będzie dokładnie skonkretyzować, trudno jest obecnie powiedzieć, już chociażby dlatego, że praca działa jest bardzo różnorodna. I tak, np. działo inaczej pracuje w czasie pokoju na poligonie, a inaczej znów w polu w czasie wojny.

Tym bardziej więc trudną będzie rzeczą wybrać cokolwiek za podstawę do rozważań teoretycznych, nie mówiąc już o konkretnych próbach praktycznych materiału, chociażby w części odtwarzających pewne zjawiska i przyczyny składające się na całość problemu zużycia lufy.

Tak np. nie należy sądzić, że działa magazynowane w okresie bezczynności nie podlegają zużyciu. Mimo najlepszej konserwacji zachodzi w mniejszym lub większym stopniu korozja, która przy następnym zużyciu tych dział wpływa bezwzględnie na czas zużycia lufy.

Jednakowoż, mimo całej trudności podejścia do tego zagadnienia, istnieje pewne zjawisko, o którym wyżej wspominaliśmy, towarzyszące zużywaniu się lufy (szczególnie na początku tego procesu), a które w miarę zwiększania się ilości strzałów przybiera bardzo wyraźny charakter. Zjawisko to, a może — ściślej mówiąc — skutek skomplikowanych procesów towarzyszących strzałowi, a działających bezpośrednio na materiał stalowy, jest pierwszą jaskółką zwiastującą początek zużywania się lufy. Jest to tworzenie się w okolicy stożka przejściowego rys poprzecznych do osi lufy, które dalej przechodzą w siatkę. Fot. 1, 2 i 2a — przedstawiają wygląd takiej siatki.

Stwierdzono, że jak długo materiał lufy nie wykazuje siatki lub pierwszego stadium jej powstawania, (poprzecznych rys), tak długo nie ma i innych objawów zużywania się lufy, jak np.: wycierania się

pól w stożku przejściowym, lokalnego stopienia tworzywa rury (większe kalibry) i nawet wykruszania się kawałków materiału stalowego.



Rys. 1.



Rvs. 2.

Tak więc należy z dużą pewnością stwierdzić, że problem zużywania się lufy — to w głównej mierze problem wcześniejszego lub późniejszego powstawania siatki.



Rys. 2 a.



Rys. 2 b.

Wielokrotne nowsze badania metalograficzne, przeprowadzone nad materiałem otoczonym przez siatkę, wykazały, że stal żadnych zmian strukturalnych nie doznaje; jedynie w miejscach nadtopionych jest wyraźna warstewka martenzytu. Nie zachodzi również, jak niektórzy przypuszczali, żaden z procesów cementacji powierzchniowej, a więc nawęglanie ani azotacja. Tak samo brak jakichkolwiek objawów odwęglania.

Cóż więc to jest ta siatka? Są to rysy o głębokości kilku dziesiątych milimetra (często także setnych), które w ciągliwym materiale występują, jako ***kruche pęknięcia***.

Instytut Metalurgii i Metaloznawstwa w Dreźnie przeprowadził cały szereg badań, które miały na celu otrzymanie podobnych pęknięć na próbach stalowych. Między innymi był wzięty do badań pręt stalowy o średnicy 20 mm. o własnościach fizycznych następujących:

$$R = 40{,}7 \text{ kg/mm}^2; \; G_a = 28{,}2 \text{ kg/mm}^2; \; A_{10} = 30{,}9\%; \; C = 72\%.$$

Pręt ten poddano działaniu sił ściskających i rozciągających, czyli obciążeniom zmiennym. Stwierdzono, że wytrzymałość na zmienne ściskanie i rozciąganie w zwykłych temperaturach przy 10.000.000 razy zmieniającym się obciążaniu wynosi około ½ wytrzymałości na rozciąganie, przy czym okazuje się, że nie zależy ona od granicy sprę-

żystości, gdyż poddany tym samym badaniom pręt stalowy o $R = 72{,}3$ kg/mm²; $G_a = 54{,}4$ kg/mm²; $A_{10} = 20\%$; $A_5 = 27{,}0\%$; $C = 61\%$ wykazał również wytrzymałość na zmienne obciążenia równą połowie normalnej wytrzymałości. W dalszym ciągu stwierdzono, że wytrzymałość na zmienne obciążenia bardzo silnie spada, gdy prócz zmiennych sił działa jednocześnie na materiał korozja w jakiejkolwiek chociażby formie.

Poddana takim badaniom wytrzymałościowym miękka stal, na którą jednocześnie działała zwykła woda, mimo minimalnego zardzewienia wykazała wytrzymałość na zmienne obciążenia niższą o 30—40%. Próbka po natrawieniu kwasem siarkowym wykazała poprzeczne do kierunku działania obciążeń ryski (fot. 3). Jest to do pewnego stopnia odtworzenie zjawiska poprzecznych rys w lufie.

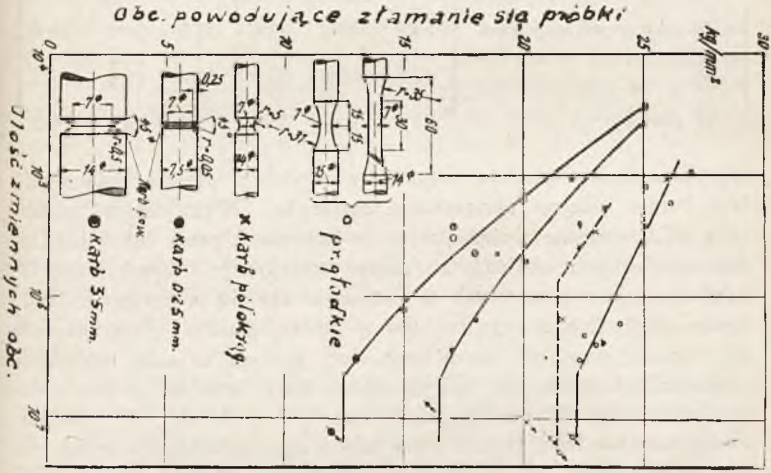


Rys. 3.

Przy korozji jeszcze silniejszej, np wodą morską, wytrzymałość jak wykazali Mailänder, Ludwik i Lehr, a przed tym Mac Adam, spada jeszcze intensywniej. Wykazali oni dalej, że wytrzymałość ta spada tylko w tym wypadku, jeżeli materiał jest jednocześnie poddany badaniom zmęczeniowym i działaniom korozyjnym. Stal poddana korozji przed badaniem, a następnie obciążeniom zmiennym, wykazała we własnościach mechanicznych różnicę minimalną. Zbadano również wpływ karbu na zmienną wytrzymałość. W każdym wypadku próbka karbowana dała mniejszą wytrzymałość o przeszło 50%. Szczególnie silne działanie karbu było zauważone przy stalach o wyższej wytrzymałości i to w ten sposób, że już najmniejszy karb o wiele silniej zmieniał wytrzymałość tworzywa, niż stosunkowo duży karb w tworzywach miękkich.

Wreszcie zbadano ostatni czynnik — temperaturę. W miarę jej podwyższania, wytrzymałość również spada. Wyniki tych badań są podane na tabl. 1 i 2; wpływ karbu na rys. 4. Wpływu wszystkich czynników tych jednocześnie autorzy nie podają, jak również nie podają badań odnośnie stali chromoniklowych.

Schwinning, zgodnie z teorią Czernowa, twierdzi na podstawie powyższych badań zresztą bardzo przekonywujących, że rysy, a na-



Rys. 4.

Tabl. 1.

Złamanie się próbki przy obciążeniu kg/mm²	Gładka próbka bez korozji	Gładka próbka z jednoczesną korozją (zwykła woda)	Karbowana próbka bez korozji
d l a			
10^5 zmiennych obciążeń	28·2	23.0	19·5
10^6 " "	24·9	19·7	15·2
$10^7 = \sigma_{wb}$ "	22·5	16·2	12·5

Tabl. 2.

Złamanie się próbki przy obciążen. kg/mm²	Gładka próbka bez korozji przy:			Karbowana próbka bez korozji przy:		
	20⁰	300⁰	500⁰	20⁰	300⁰	500⁰
dla						
10^5 zmiennych obciążeń	53·0	49·0	45·0	32·3	26·0	24·4
10^6 " "	42·7	41·8	37·6	20·4	19·6	17·7
$10^7 = \sigma_{wb}$ "	37·4	40·7	35·3	·17·5	19·4	16·0

stępnie siatka w lufach armatnich, są wywołane właśnie zmiennymi, lecz bardzo silnymi obciążeniami materiału. Wytrzymałość materiału na te zmienne obciążenia jest w warunkach pracy luf w bardzo znacznym stopniu obniżona na skutek termicznego i korozyjnego [1]) działania gazów prochowych w pierwszym rzędzie, a następnie działaniem karbu istniejącego w lufie w postaci gwintu. Rozgrzewanie się cienkiej warstewki wewnętrznej lufy pociąga za sobą termiczną rozszerzalność materiału. Innymi słowy, warstwa ta ma tendencję do wydłużania się. Wydłużanie to wynosi 0,1% co każde 100⁰. Jednakowoż wskutek tego, że cała masa lufy w momencie strzału praktycznie nie rozgrzewa się, a więc i nie podlega wydłużeniu, przeto wewnętrzna warstewka jest bardzo silnie ściskana, gdyż jej tendencję do wydłużania się wzdłuż osi lufy niweluje zimna zewnętrzna i niepomiernie grubsza warstwa lufy Siła ściskająca wynosi już w temperaturze około 250⁰ — 50 kg/mm². Materiał więc o $G_a = 50$ kg/mm² nagrzany powyżej 250⁰ musi już znosić siły powodujące odkształcenie plastyczne, czyli że powyżej 250⁰ mamy wszelkie warunki do powstawania trwałych deformacyj materiału.

Ta siła ściskająca, pomimo deformacji materiału, nie powoduje jednak jeszcze rys. Dla tego musi powstać siła rozrywająca materiał, czyli musi nastąpić zmiana siły ściskającej na rozciągającą. I zmiana ta następuje bezpośrednio po wystrzale, kiedy wyrównują się temperatury warstwy wewnętrznej i zewnętrznej lufy i kiedy warstwa wewnętrzna ma dążność do naturalnego kurczenia się. Po-

[1]) Odnośnie luf należałoby raczej wziąć pod uwagę zjawisko erozji.

nieważ siły ściskające zostawiły pewien ślad w postaci trwałych deformacyj materiału, przeto teraz w miejscach tych musi nastąpić — na skutek stygnięcia — działanie sił odwrotne, a więc rozciągające. Jedno i drugie działanie siły trwa ułamek sekundy, a więc zamiana siły ściskającej na rozciągającą zachodzi bardzo szybko i nagle.

Tak więc materiał jest poddawany działaniom sił zmiennych, czyli pracuje w warunkach bardzo zbliżonych, jeżeli chodzi o charakter zjawisk do tych, w jakich były przeprowadzone badania wyszczególnione na początku. Oczywista, że intensywność tych zjawisk w lufie jest niewspółmiernie wyższa w porównaniu do laboratoryjnych i stąd pochodzi, że lufa wytrzymuje nie 10^7, lecz 10^4 i mniej zmiennych obciążeń, gdyż ilość obciążeń zmiennych dla lufy, to w przybliżeniu ilość strzałów przez nią oddana.

Jakie czynniki powodują bardziej ostrą zmianę sił ściskających na rozrywające?

Przede wszystkim temperatura warstwy wewnętrznej. W miarę wzrostu temperatury tendencja do wydłużenia się tej warstwy jest większa, tym samym możliwe są większe deformacje trwałe materiału, a z tego w dalszym ciągu wynika, że i efekt sił rozciągających będzie większy.

Drugim bardzo ważnym czynnikiem, od którego bezpośrednio zależy mniej lub więcej ostra zmiana sił ściskających na rozciągające to — własności wytrzymałościowe. Im te własności dla tego samego materiału będą wyższe, tym większe będą siły ściskające i rozrywające. Przy lufie nieumiejętnie obrobionej termicznie i przy nieumiejętnym ostrzeliwaniu można wywołać rysy już po kilkudziesięciu strzałach. Znaczenie granicy sprężystości dla takiego wypadku jest bardzo problematyczne i dla zużycia lufy nierozstrzygające, a tylko decydujące raczej z punktu widzenia konstrukcyjnego, a więc mocy lufy. Natomiast z punktu widzenia technologicznego, aczkolwiek pożądana jest możliwie najwyższa granica sprężystości, lecz przy jednoczesnej dużej wewnętrznej podatności materiału, a nie przy dużych wewnętrznych naprężeniach. Zresztą nad tym zastanowimy się szczegółowiej w dalszym ciągu.

Wszystko wyżej powiedziane odnosi się do genezy rys poprzecznych do osi lufy, rys zresztą, które pojawiają się przede wszystkim na polach. Dzieje się to dzięki temu, że masa gwintu zawarta między dwiema brózdami jest stosunkowo mała i efekty cieplne są tutaj znacznie wyższe niż w bruzdach.

Jeżeli chodzi o powstawanie rys podłużnych równoległych do osi lufy, to powstają one na skutek raczej wzdymania się sprężystego lufy w czasie strzału i kurczenia się po nim, a więc zjawiska raczej czysto zmęczeniowego, tym bardziej że wydłużenia termiczne na takiej długości, jaką jest długość liniowa obwodu wewnętrznego lufy, a poza tym i na skutek samej konstrukcji poprzecznej (pierścień) — wydają się być mniejsze. Ma tu raczej wpływ sposób opierścienienia pocisków, który wywołuje siły radialne ściskające, a te również powodują trwałe deformacje materiału (rys. 5).



Rys. 5.

Należy tutaj również uwzględnić pewien fakt, mający bezsprzecznie wpływ na powstawanie rys podłużnych. Mianowicie ten, że karbowania lufy (bruzdy i pola) mają w kierunku poprzecznym wpływ znacznie większy niż w podłużnym. Poza tym niestaranna obróbka mechaniczna (polerowanie) może być powodem istnienia b. znacznej ilości karbów na wewnętrznej powierzchni lufy nadzwyczaj szkodliwych jak z punktu widzenia zużycia lufy, tak i jej konserwacji (rys. 6).



Rys. 6.

Zbierając razem wszystkie czynniki, które wpływają na powstawanie rys i siatki, należy powiedzieć, że niebezpieczeństwo siatki jest tym większe, im:

1. Wyższa jest temperatura wewnętrznej warstwy przy jednoczesnej dużej różnicy temp. między warstwą zewnętrzną a wewnętrzną.
2. Im częstsza następuje zmiana tej temperatury.
   W praktyce te czynniki oba zależą od rodzaju prochu, nasilenia strzałów, a więc rodzaju ognia artyleryjskiego i temp. otoczenia (pory roku).
3. Im większa jest pseudo-równowaga strukturalna materiału stalowego. t. zn. im materiał o stałym składzie chemicznym posiada wyższe własności wytrzymałościowe. Zależy to od obróbki termicznej.
4. Im większy jest stopień karbowania lufy. To znowu zależy od konstrukcji zębów gwintu, a więc od jego kształtu i wysokości.
5. Im częstsza jest również zmiana medium korodującego. Czynnik ten jest zależny od pierwszych dwóch, jednakowoż bodajże najistotniejszy. Ciągła zmiana ośrodka gazowego, jak gazy prochowe i powietrze, działa silniej niż jeden z którychkolwiek tych czynników indywidualnie.
6. Im większa jest rozpiętość wahań w zmiennych własnościach wytrzymałościowych w zależności od temperatury.

Aby przeciwstawić działaniom tych wszystkich czynników odpowiedni materiał stalowy, wymagania, któreby dla niego należało postawić, streszczałyby się następująco:

1. Stal powinna odznaczać się dużym przewodnictwem cieplnym. Czynnik ten w budowie dział nie jest brany pod uwagę, jako usuwający się do pewnego stopnia z pod naszych wpływów. Jednakowoż odpływ ciepła ma duże znaczenie i np. dla niektórych broni, jak karabin maszynowy, stosowane jest sztuczne chłodzenie.
2. Stal powinna odznaczać się niską rozszerzalnością liniową jako też nie powinna wykazywać żadnych zmian objętościowych nieodwracalnych. To ostatnie zjawisko może za-

chodzić w wypadku właśnie pseudo-równowagi strukturalnej, t. j., gdy własności mechaniczne są wyższe niż optymalne, odpowiadające strukturze gwarantującej tę równowagę strukturalną.

3. Stal powinna posiadać przy najniższych własnościach wytrzymałościowych, a więc przy najniższej wytrzymałości na rozerwanie, możliwie najwyższą granicę sprężystości przy jednoczesnym, jak najbardziej zbliżonym stanie do wyszczególnionej powyżej równowagi strukturalnej. Taki stan odpowiada obecności struktury sorbitycznej, przy czym należy wziąć pod uwagę jeden jakiś optymalny sorbit, który zależny jest od sposobu przeprowadzenia obróbki termicznej, oraz przeróbki plastycznej przy jednoczesnym scharmonizowaniu metody wytapiania stali, rozlewania, wielkości bloków i t. d. Wielkość wykształcania się ziarenek cementytu jak również szybkość tego wykształcania się jest właśnie uzależniona od całej technologii stali przeznaczonej na lufy.

Wiemy doskonale, że taki idealny sorbit jest odporny na ścieralność, ułatwia obróbkę mechaniczną, daje bardzo wysokie przewężenie, wydłużenie i udarność oraz duże odkształcenia sprężyste, a więc jest nadzwyczaj podatny. A ten ostatni czynnik ma pierwszorzędne znaczenie pod każdym względem dla pracy lufy.

Takby się mniejwięcej i w krótkości przedstawiały wymagania teoretyczne, jakie należałoby postawić, chcąc mieć pełnowartościowy materiał na lufy, pod względem szybkości powstawania siatki wewnętrznej.

Powstaje pytanie, jak należy dążyć do tych idealnych warunków i jak skontrolować, czy się znalazło w pobliżu tego ideału. Najkrótszą i najbardziej pewną drogą jest oczywiście, jak w wielu innych wypadkach, próba robotą. Jednakowoż jest to zbyt kosztowna rzecz i nie każda wytwórnia może sobie na to pozwolić. Jeżeli zaś dojdzie do tego fakt, że próbę robotą przeprowadza się nie znając dobrze materiału stalowego, a więc forsując go nieumiejętnie, — to może zajść taki wypadek, że rezultatów nie należy się spodziewać przez długie lata. Najkrótszą drogą byłoby przeprowadzenie całego szeregu badań tego lub podobnego typu, jak to uskuteczniono w Instytucie w Dreźnie, i na podstawie tych badań, które mają na celu jedynie po-

znanie materiału, wziąć dwa skrajne wypadki w postaci luf do próby robotą. Lecz nie znając materiału, nie znając jego zachowania się w odpowiednich warunkach częściowo odtwarzających zjawiska zachodzące przy strzale, idzie się, stosując odrazu próbę robotą, po omacku. A taka droga z natury rzeczy prowadzi zwykle do błędnych wniosków, gdyż jest wybitnie jednostronna i subiektywna. Jeżeli chodzi o zjawisko siatki, którą widzieliśmy na rys. 1 i 2, to jest ono nie tylko cechą zużywającej się lufy. Siatka taka powstaje przy zużywaniu się zaworów rys. 7, tłoczników rys. 8, jak też wlewnic używanych do odlewania bloków w stalowniach, a nawet gęsi, do których wlewa się płynny surowiec z wielkiego pieca. Wspólnym dla tych wszystkich elementów jak też i dla zjawiska siatki jest to, że powstaje ona na powierzchni przedmiotu, który podlega silnym działaniom termicznym, silnym „uderzeniom" temperatury z jednoczesną mniej lub więcej silną korozją. Czy w takich warunkach wypróbowane różne materiały stalowe na lufy i o różnych własnościach mechanicznych nie rozszerzyłyby zakres wiadomości naszych o zjawisku powstawania siatki? Byłaby to może daleka analogia, jednakowoż analogia dająca pewne pojęcia uzupełniające przy poznawaniu materiału, podlegającego podobnym do pewnego stopnia działaniom pewnych czynników.



Rys. 7.

Prócz problemu powstawania siatki, a więc życia lufy, uzależnionego nie od tych własności mechanicznych, które są postawione przez konstruktora, a następnie przelane na papier w postaci technicznych warunków odbiorczych, lecz od jakiegoś stanu wewnętrzne-

go materiału, krócej — jakości lufy, (nie zawsze stali w postaci bloka), istnieje inne jeszcze zagadnienie, mające ogromne znaczenie w pracy polowej działa. Jest nim moc lufy. Należy pamiętać, że lufa działowa podczas każdego strzału wykonywa olbrzymią pracę setek tysięcy kilogramometrów i wysiłek ten musi znieść wielokrotnie. Z tego też względu musi być wykluczona jakakolwiek ewentualność pęknięcia z powodu pewnych możliwych wewnętrznych wad materiału, który nawet posiada wszystkie dane wytrzymałościowe przepisane.

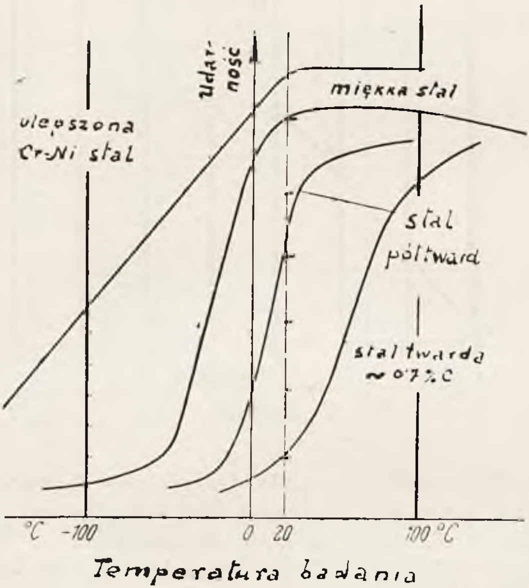


Rys. 8.

Takie wymagania mocy lufy występują przy pewnych ogniach artylerii (ogień nawałowy), dalej przy ciągłym wzroście ciśnienia gazów prochowych w wypadkach nieprzewidzianych, jak np. przez przeładowanie ładunku prochowego, przez za mocne zaciśnięcie się pocisku, lub przez za wczesny wybuch granatu. Są to wypadki należące w warunkach spokojnej pracy do rzadkości, jednakowoż warunki frontowe notują takich wypadków setki. Jak wtedy powinna zachować się dobra lufa? W wypadkach takich następuje b. silna deformacja materiału, połączona b. często z rozerwaniem się lufy, całkowitym zniszczeniem działa i poranieniem obsługi.

Jeżeli materiał jest wysoce ciągliwy i podatny, to siły deformujące są w znacznym stopniu na skutek dużych odkształceń sprężystych niwelowane i wypadki takie winny się kończyć rozdęciem lufy lub co najwyżej lekkim jej nadpęknięciem przy jednoczesnym rozdęciu, ale raczej nigdy jej rozpryśnięciem na drobne kawałki, rażące nieraz nawet sąsiednie obsługi działa. Różne typy materiałów, które w jednakowych warunkach (przedwczesny wybuch) różnie się zachowały, można oglądać na rys. 8—14 w artykule „Śmierć luf działowych na polu bitwy" — inż. S. Rogier. (W. T. U. Nr. 32 — str. 199).

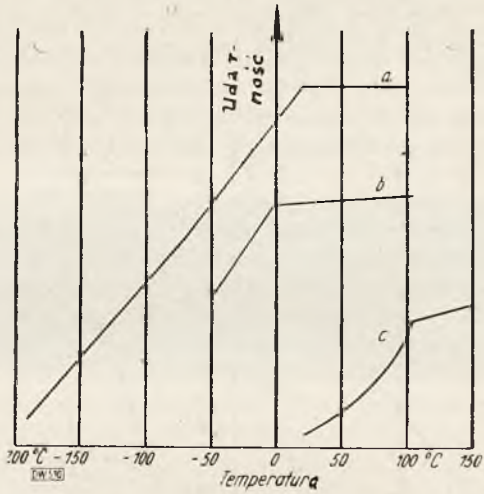
Niebezpieczeństwo tego zjawiska rośnie w pierwszym rzędzie przez hamowanie poprzecznego poddawania się lufy; dalej przez obniżenie się temperatury materiału, a więc w zimie, przy czym wewnętrzna powierzchnia lufy sprzyja temu zjawisku w bardzo znacznym stopniu (karb).



Rys. 9.

Oceną dobroci materiału pod tym względem są głównie wyniki udarnościowe. Rys. 9 przedstawia porównawcze dane udarnościowe dla kilku gatunków stali w zależności od temperatury. Widoczna jest wielka przewaga ulepszonej stali chromoniklowej szczególnie w temperaturach poniżej zera. Jednakże w zależności od przeróbki technologicznej udarność ta może się już różnić w temperaturach normalnych. Ta różnica jeszcze gwałtowniej występuje w temperaturach niższych. Rys. 10 przedstawia kilka zależności udarności od temp. dla tego samego gatunku stali i o identycznych własnościach rozerwaniowych. Jak wpływa działanie karbu na wyniki udarnościowe podane

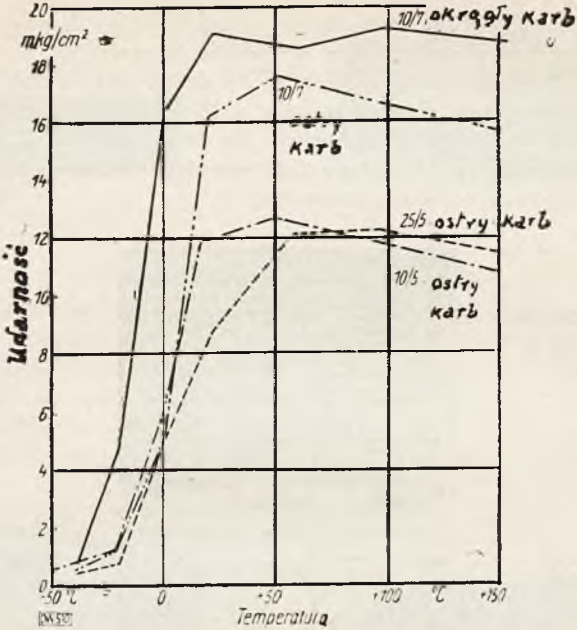
jest na rys. 11. Liczba większa oznacza przekrój próbki (kwadratowy), mniejsza — głębokość karbu.



Rys. 10.

Rys. 12 przedstawia wyniki dynamicznego i statycznego działania sił przy rozrywaniu i łamaniu próbek karbowanych. Widać z tego wykresu, że skłonność materiału do rozerwania się lub złamania jest znacznie większa przy dynamicznym badaniu. (W niższych temperaturach).

Odnośnie dynamicznych działań należy ponadto zauważyć, że we wszystkich wypadkach skutek tych działań może być wcześniejszy, jeżeli w materiale istnieją wewnętrzne lub powierzchniowe naprężenia powstałe bądź przy obróbce termicznej, bądź mechanicznej. W takich wypadkach nawet przy normalnym strzelaniu naprężenia strzału sumują się z naprężeniami istniejącymi w materiale, a wypadkowa tych naprężeń może w znacznej mierze przekraczać nie tylko granicę spężystości, ale nawet i wytrzymałości materiału. Warunki odbiorcze niemieckie wyraźnie mówią, że przy odbiorze materiału na lufy, prócz danych wytrzymałościowych, należy zwracać szczególną uwagę na wydłużenie, przewężenie, a przede wszystkim na udarność, gdyż jest to jedyna dynamiczna próba i taka próba ma duże znaczenie

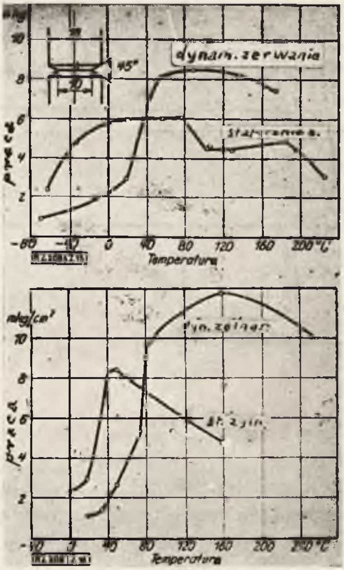


Rys 11.

technologiczne. Jeżeli zaś wyniki jej w normalnych warunkach są wątpliwe, lub dają rozrzut, to próbę tę przeprowadza się w temp.—40°. W tym wypadku dobrze przygotowany materiał mimo nieco niższych wartości uderzeniowych nie powinien wykazać kruchości. Takie próby nie są trudne do przeprowadzenia. Kąpielą z alkoholu lub acetonu, przez wprowadzenie krystalicznego kwasu węglowego, można łatwo oziębić do pożądanej temperatury. Jednakowoż okazuje się w dalszym ciągu, że i badania udarnościowe materiału nie we wszystkich wypadkach wystarczają dla całkowitej pewności w ocenie materiału. W materiale mogą być kruche miejsca, niejednorodności, wady strukturalne z różnych przyczyn powstałe i t. p.

Ponieważ próba udarności ma charakter wybitnie lokalny, przeto nieraz nie może ona określić jakości całego tworzywa z większą pewnością. W takim wypadku wyniki udarności łącznie z t. zw. próbą na rozsadzanie (Sprengprobe) dają podstawę do kwalifikacji

ostatecznej. Próbę tę wprowadzono w czasie wojny, a powodem jej wprowadzenia było zbyt dużo wypadków pękania luf na froncie. Uskuteczniało się to w ten sposób, że do obcinka lufy o dług. 0,75 m. wkładało się granat, który następnie poddawano eksplozji. Idealny materiał wzdymał się dając niekiedy nie duże rysy, rys. 13. Ta próba kwalifikowała już dość dużą ilość materiału i odtwarzała bardziej rzeczywisty stan materiału stalowego.



Rys. 12.

Na rys. 14 podane są zależności między wynikami tej próby, a udarnością. Łatwo zauważyć, że istnieje wyraźny związek między tymi dwoma dynamicznymi sposobami badań materiału, lecz jest on we wszystkich prawie problemach tworzywa stalowego nie wykończony, a odpowiadający regule liczb wielkich. Wykresy przedstawiają wyniki 100 luf, które w pierwszym wypadku (a) odpowiedziały całkowicie wymaganiom próby na rozsadzenie, w drugim zaś (b) próby tej nie wytrzymały.



Rys. 13 a.

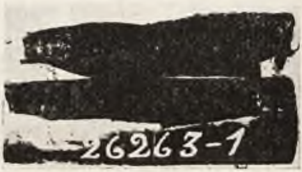


Rys. 13 b.

Widocznym jest również z tego, że nie należy sugerować się, ani dość wysoką, ani też stosunkowo niską udarnością. Jednakowoż przy udarności ponad 12 kgm/cm² niema ani jednej lufy, którąby dała zły wynik, natomiast większość złych luf (65%) posiada udarność poniżej 8 kgm/cm², tak samo jak większość (69%) luf wytrzymujących próbę na rozsadzenie posiada udarność powyżej 8 kgm/cm².



Rys. 13 c.



Rys. 13 d.

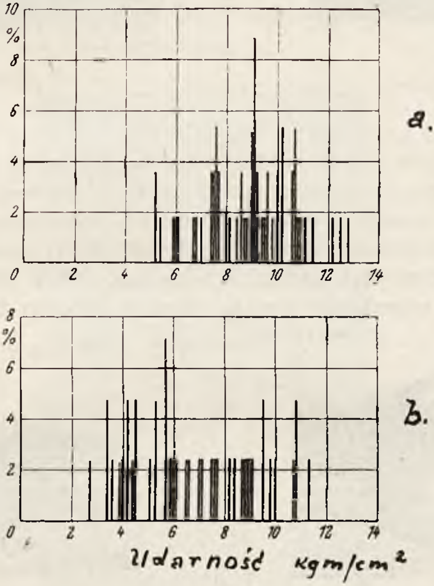
Czym należałoby tłumaczyć, że w niektórych wypadkach, mimo wysokiej udarności, lufy nie wytrzymały próby na rozsadzenie i odwrotnie?

Na to pytanie na podstawie tylko wykresów podanych przez Schinninga, bez podania rodzaju materiału i jego własności wytrzymałościowych, trudno jest odpowiedzieć. Wydaje się jednak, że decyduje tutaj przede wszystkim zdolność materiału do odkształceń sprężystych. Innymi słowy, odgrywa tutaj dużą rolę *„jakość"* [2])

---

[2]) Pojęcie może niezrozumiałe, lecz autor z pewnych względów nie może w tej chwili bliżej tego objaśnić.

granicy sprężystości przy obecnej metodzie jej określania. I tutaj należałoby znowu wrócić do problemu „idealnego" sorbitu, bo jakość tej struktury ma w głównej mierze wpływ na stronę jakościową granicy sprężystości.



Rys. 14.

W dalszym ciągu związek między próbą na rozsadzenie a udarnością zależy od stopnia smugowości i suchości materiału stalowego. Obie te cechy można określać dość dokładnie, lecz przy dużej rutynie i doświadczeniu, wg. jakości złomów.

Reasumując wszystko, co było wyżej powiedziane odnośnie mocy lufy, należy stwierdzić, że własności wytrzymałościowe częściowo tylko i w warunkach normalnej pracy działa tę moc zapewniają.

Jednakowoż istnieją pewne czynniki, które po zbadaniu i odpowiednim zestawieniu pozwolą zapewnić bezpieczeństwo pracy działa, nawet w specjalnych i nieprzewidzianych warunkach.

Jeżeli wniknąć i głębiej zastanowić się nad problemem życia lufy, tak pod względem powstawania siatki, jak też i pod względem mocy, to łatwo zauważyć, że istnieje wiele czynników, które wzajemnie się zazębiają i są wspólne dla obu tych problemów. Odpowiednie więc scharmonizowanie i ujęcie przez właściwe i fachowe podejście do tego problemu, który się zaczyna w piecu metalurgicznym, a kończy się na szlifowaniu wnętrza gotowej lufy, musi bezwzględnie dać bardziej realne jego rozwiązanie niż to, którym dziś dysponujemy.

Po rozważeniu przyczyn zużycia przewodu lufy, zdawaćby się mogło, że nietrudno znaleźć środki do jego zwalczania.

Z punktu widzenia metalurgicznego koniecznym warunkiem byłoby stosowanie metalu niepodlegającego działaniu chemicznego azotu, niedającego zgniotu przy mechanicznych deformacjach i posiadającego wysoką i stałą granicę sprężystości w różnych warunkach, w jakich może się znajdować lufa, oraz tak niski współczynnik rozszerzalności cieplnej, by nagłe zmiany temperatury, wywołujące kurczenie się i rozszerzanie się, były bez wpływu. Takie własności mogłyby odrazu osłabić pierwszą najważniejszą fazę zużycia, a mianowicie tworzenie się twardej warstwy i powierzchniowych pęknięć. Taki metal winien dobrze przeciwstawiać się kinetycznemu działaniu cząstek gazowych (molekuł), uderzających z wielką szybkością o jego powierzchnię. Winien wyróżniać się całkowitą jednorodnością struktury, która wyłączałaby nierównomierne zużycie, znaczną spoistością i niezbyt wysoką twardością.

Wychodząc z tych założeń, niektórzy autorzy proponowali zamiast stali szereg innych tworzyw (np. bronz aluminiowy). Inni zatrzymali się na wyborze czystego żelaza, które na próbach wykazało odporność na wypalanie gazów prochowych, choć przyznawali, że nie posiada ono wymaganych mechanicznych własności. W ogóle właściwości mechaniczne tych tworzyw czynią je niezdatnymi w niezmiernie ciężkich warunkach pracy, dla jakich je chcianoby stosować. Zastosowanie tych tworzyw dość szybko doprowadziłoby lufę do całkowitej niezdatności skutkiem deformacji.

Należy przeto ograniczyć się do zakresu *wysokowartościowych stali* jako jedynych tworzyw, które mogą zadość uczynić określonym mechanicznym wymaganiom, wzrastającym z dnia na dzień, i przyjąć je z towarzyszącymi im wadami.

Pełne rozwiązanie problemu ze strony metalurgicznej pozo-

staje zatem, przynajmniej na razie, nieosiągalne; lecz nie wyklucza to możliwości w poszczególnych wypadkach osiągnięcia pokaźnych wyników przy przestrzeganiu odnośnych warunków.

Bardzo zadawalające wyniki można osiągnąć przy stosowaniu pewnych gatunków stali nierdzewiejących, z dużą zawartością chromu (poniżej 15%), którą to drogą, przy dodaniu innych metali, jak nikiel i molibden, otrzymuje się duży stopień spoistości i całkowitą jednorodność. W zależności od tego składu, mało lub prawie wcale nie podlegają one działaniu gazów i daleko lepiej przeciwdziałają się tworzeniu twardej warstwy powierzchniowej, a tym samym nie poddają się tym wpływom, które warunkują pierwsze objawy wypalania się. Niestety, zakres ich zastosowania jest ograniczony trudnością wyrobu tych stali oraz ich obróbki. Upoważnia to do twierdzenia, że szersze zastosowanie tych stali może zachodzić tylko przy wyrobie luf armatnich niewielkich kalibrów.

Znajdujemy się w gorszym położeniu, gdy mamy do czynienia z lufami dużych kalibrów. Dla luf tych przy obecnym stanie techniki nie można stosować wysokowartościowych stali, których przygotowanie ograniczone jest do wlewków niewielkiego ciężaru. Dlatego obecnie zmuszeni będziemy ograniczyć się do wyrobu stali, która przy należytej obróbce termicznej dawałaby najlepsze właściwości mechaniczne i bezwzględną jednorodność struktury.

Aby osiągnąć choć pewne ulepszenie, proponowano zrezygnować ze *samowzmocnienia*, gdyż jeśli nie poddamy metalu zachodzącemu przy samowzmacnianiu zgniotowi, można odwlec tworzenie się warstwy powierzchniowej o podwyższonej twardości. Wg. zdania R e d g e'a, można to stosować dla luf niewielkich kalibrów, nie pracujących w warunkach wyjątkowo ciężkich. W dużych lufach, przeciwnie, samowzmacnianie wyrównywa charakterystyki sprężystości lufy, daje im dostateczną wytrzymałość i twardość i zapobiega tym samym zjawianiu się anormalnych rozszerzeń, które mogłyby zachodzić w przewodzie lufy w czasie pierwszego okresu życia lufy, jeżeli jej charakterystyki nie były całkowicie jednorodne. Prócz tego, samowzmacnianie służy zgruba jako próba odbiorcza, zupełnie niezła dla uzewnętrznienia możliwych wad wewnętrznych metalu, nie dających się stwierdzić żadnym innym sposobem i mogących w następstwie doprowadzić do bardzo przykrych następstw. Stosownie do tego, co wyżej zaznaczono, zrezygnowanie ze samowzmocnienia luf dużych nie kompensuje korzyści, jakie daje ono z punktu widzenia zużycia lufy.

Niektórzy technicy-artylerzyści, prawdopodobnie mieszając zjawiska zużycia z tym, co słuszniej byłoby nazwać ścieraniem, proponowali wytwarzać sztucznie wysoką twardość (np. drogą azotowania lub zastosowania wysokowartościowych stali odpowiednio obrobionych termicznie) wewnętrznej powierzchni lufy, która dzięki temu byłaby zdolną przeciwstawiać się wszelkim działającym na nią siłom. Zbędną rzeczą jest wskazywać, że droga ta w rezultacie prowadzi do wręcz przeciwnego skutku, gdyż tak twarda i w rezultacie tak krucha powierzchnia tym mniej zdolną będzie przeciwstawiać się działającym na nią fizycznym czynnikom.

Przypuszczenia wszystkich autorów zbiegają się do tego, że wszelkie te jednostronne środki zapobiegawcze mogą przynieść korzyść względną tylko z punktu widzenia zużycia lufy. Przypuszczają, że droga do łatwiejszego, choć nie wyczerpanego rozwiązania problemu, należy do zakresu niemetalurgicznego, lecz innego.

Dlatego do zadań inżyniera konstruktora dochodzi wg. Redge'a wyszukanie najlepszego kształtu komory nabojowej, przystosowanie jej do największej zdolności przeciwstawiania się działaniu gazów, które tłumaczy teoria Charbonniera i Letanga, aby obszar wypalania się ograniczyć do początku gwintowanej części.

Konstruktor pocisków ze swej strony winien opracować na - lepszy kształt pierścienia wiodącego i całości pocisku, by zapobiec możliwości „chwiania się" pocisku, będącego przyczyną zbierania większych obszarów powierzchni metalu w przewodzie lufy.

Wreszcie chemik „prochowiec" winien opracować możliwie „zimniejszy" gatunek prochu, mniej bogaty w azot, by osłabić fizykochemiczne działanie tlenku azotu i wysokiej temperatury na stal.

Najlepsze jednak rozwiązanie problemu może być osiągnięte tylko drogą ścisłej współpracy tych trzech gałęzi techniki, t. j. metalurgii, chemii i balistyki.

Literatura:

1. Schwinning — Konstruktion und Werkstoff für Gescütz- und Gewährläufe.

2. H. Rogier — Memorial d'art. franc. 1935. I.

3. A. Redge — Tiechnika i Wooruženje I — 1936.

(wg Rivista Marittima IV. 1935).

P. również „Zużywanie się luf karabinowych i działowych" — ppłk dr T. Felsztyn.

(Przegląd Mechaniczny Nr 2 — 1937 r.). *Inż. A. Aścik.*

Technika krajów kapitalistycznych i przygotowanie do wojny. — S. Wiszniow. Moskwa, 1936 r.

Jest to doskonała praca, która na 190 stronach przedstawia treściwie najnowsze postępy w gałęziach przemysłu służących za podstawę dla przemysłu wojennego, a zwłaszcza uzbrojeniowego. Podajemy ją zatem w obszernym streszczeniu.

I. Zadanie badań. Dwa główne czynniki przeciwstawiają się sobie obecnie i wzajem na siebie wpływają, są to: światowy kryzys ekonomiczny oraz niebywały rozwój zbrojeń. Ten wpływ wzajemny rozmaicie się objawia w różnych krajach, zależnie od miejscowych warunków ekonomicznych i kultury technicznej. Autor wziął sobie za zadanie rozpatrzenie na tym tle — rozwoju trzech głównych gałęzi przemysłu ciężkiego: metalurgii, budownictwa maszynowego i przemysłu chemicznego; poruszając tylko mimochodem zagadnienia energetyki, komunikacji i łączności, naświetla on swe rozważania z punktu widzenia *obrony kraju.* Pomijamy tendencyjne zapatrywania autora i bierzemy pod uwagę tylko techniczne rozważania.

Realizacja nowych wynalazków technicznych lub udoskonaleń posiada 4 etapy: 1. przygotowawczy — są to przedwstępne badania naukowe, doświadczenia, obliczenia i opracowania projektu na podstawie idei wynalazcy lub wyników badań naukowych; 2. Wykonanie techniczne projektu w rozmiarze laboratoryjnym lub w pojedyńczych modelowych egzemplarzach; 3. Wykonanie produkcyjne półfabryczne lub w drobnych seriach; 4. Ostateczne przyswojenie nowego środka technicznego i wyrób jego masowy. Na każdy z tych etapów kryzys ekonomiczny ujawnił swój wpływ, zwłaszcza na etap pierwszy „nieprodukcyjny", bo ilość prac badawczych ogólnie zmalała. W poszczególnych jednak gałęziach techniki, mających związek z obroną kraju, i w poszczególnych wytwórniach prace doświadczalne i konstrukcyjne intensywnie się rozwijają. Pewną miarą rozwoju pomysłowości myśli konstruktorskiej jest ilość *zgłaszanych* corocznie patentów, która w ostatnich latach, np. w Stanach Zjedn. zmalała, natomiast wzrosła ilość *wydanych* patentów, procentowo i absolutnie, co oznacza, że pomysłów było coprawda mniej, lecz za to były one praktyczniejsze. Pomimo zwolnionego tempa wprowadzania nowych narzędzi produkcji i nowych metod wytwórczości, ze względu na zmniejszenie kapitałów inwestycyjnych, *znaczny postęp techniki* widoczny jest wszędzie, ponieważ uzyskanie realnego efektu w nowoczesnej technice nie zawsze wymaga włożenia dużych kapitałów. Dzisiejszy stan polityczny wymaga zwrócenia uwagi na te gałęzie przemysłu, które sprzyja-

ją podtrzymaniu siły zbrojnej narodu i tu „konkurencyjna walka" robi swoje. Chodzi nie tylko o udoskonalenie wojenno-technicznych środków walki (bojowych i pomocniczych), lecz i o rozbudowanie *ekonomicznej bazy wojny* w postaci źródeł surowcowych i zaopatrzeniowych. Charakter rozważanych procesów musi być zróżniczkowany i nie może być uogólniany.

II. Postępy techniczne w metalurgii. Celem podniesienia współczynnika objętościowego wykorzystania *wielkiego pieca* zastosowano wszelkie możliwości dokładnego przygotowania wsadu (aglomeracja rudy, odsiarczanie koksu, rozdrobnienie i posortowanie topników), dokładną regulację ruchu, prawidłowe podgrzewanie powietrza wdmuchiwanego, z zastosowaniem nowych przyrządów rejestracyjnych i regulujących. Przy ulepszeniu metod eksploatacji starych pieców w ciągu lat 1928—1932 współczynnik ten przeciętny spadł w Niemczech z 1,18 do 1,07 m^3/ton, a w Stanach Zjedn. z 1,23 do 1,18 m^3/t; w poszczególnych piecach schodzi do 0,8 m^3/t. Trudniejszą sprawą było obniżenie kosztów wyrobu surówki wobec niskiego i nierównomiernego obciążenia produkcyjnego działów („cechów") przemysłu wielkopiecowego. Zastosowano tu zwolnione tempo prowadzenia wielkiego pieca, wykorzystanie produktów ubocznych (gaz, żużel, zmniejszenie strat, izolacja nagrzewnic Cowpera). Stosowanie dalszych ulepszeń: mechanizacja obsługi, elektrostatyczne oczyszczanie gazów, suche gaszenie koksu itp. w nowych piecach zwiększyło ich wydajność (współczynnik wykorzystania dochodził do 0,65 m^3/t). Z punktu widzenia obrony kraju ważną jest rzeczą wykorzystanie rud rodzimych. W Niemczech zmniejszono import rud francuskich, hiszpańskich i afrykańskich, przechodząc na eksploatację rud szwedzkich i własnych biednych, które starają się wzbogacić i stosują metodę Kruppa otrzymania żelaza bezpośrednio z rudy i następnego przetopienia. W Anglii przerabiają rudy zawierające od 29% Fe. W latach kryzysowych mało przybyło wielkich pieców, wyjątek stanowi Japonia.

Na początku kryzysu ruszyła większa ilość *martenów*, których budowę rozpoczęto poprzednio (w St. Zjedn. w 1931 r. poszło w ruch 38 pieców mart.). Rozwój techniczny wyrobu stali szedł w dwóch kierunkach: walki ze stratami produkcji i ulepszenia oraz zwielokrotnienia gatunków stali. Stosowano na razie nieznaczne rekonstrukcje, dążąc do zwiększenia wydajności tych pieców (mierzonej w ilościach ton stali z 1 m^2 powierzchni pieca) i zmniejszenia wydatków paliwa (izolacja, przygotowanie wsadu, kontrola przebiegu procesu). Pojawiła się metoda Perrina rafinowania stali z pomocą żużla syntetycz-

nego, co pozwala otrzymywać stal wysoko gatunkową z tańszej stali martenowskiej, besemerowskiej lub tomasowskiej. Piece, jako takie, nie uległy zasadniczym zmianom; ulepszone zostały raczej procesy technologiczne metalurgii stali (indukcyjne piece elektryczne, metoda „duplex" i „triplex" topienia w 2-ch i 3-ch stadiach, ceramika metalurgiczna do otrzymywania stopów twardych lub porowatych, próby prasowania sproszkowanych metali). Metoda duplex daje możność otrzymania z pieca elektrycznego szybko stal bardzo czystą, np. stal działową z domieszką zaledwie 0,002% S. Piece elektryczne indukcyjne posiadają wiele zalet w porównaniu z łukowymi i znalazły one obszerne zastosowanie w wyrobie np. stali narzędziowej, lotniczej, działowej do odlewów odśrodkowych, nierdzewnej. Pojemność ich sięga do 5 ton.

Po za ulepszeniami w otrzymywaniu stali specjalnych, procesy otrzymywania zwykłych stali handlowych nie uległy prawie zmianie od 50 lat. Istnieją pomysły amerykańskie, radykalnie zmieniające metody produkcji surówki i stali (proces ciągły i nieprzerwany od wielkiego pieca aż do walcarek), lecz wymagają one wielkch kapitałów do ich wypróbowania i zrealizowania*). *Stale jakościowe* (wysoko gatunkowe) zaczynają wyrabiać sobie prawo obywatelstwa również w budownictwie przemysłowym, transportowym (statki, wagony) i mostowym; są to stale węgliste oraz stopowe. We wszelkich prawie

---

*) W ZSRR jest w opracowaniu metoda prof. Ulitowskiego, t. zw. „ciekłej technologii", czyli stosowania płynnego metalu (surówki, stali, glinu) do walcowania i tłoczenia. Przedmiot roztapia się w specjalnych piecach za pomocą fal elektro-magnetycznych ultra krótkich (o bardzo wysokiej częstotliwości: 30 milionów okresów na minutę) i wprost wylewa się na walce. Grubość blach uzyskanych w ten sposób dochodzi do 0,1 mm. Przedmiot pod prasą ogrzewa się bezpośrednio tymi falami i roztapia. Metoda ta daje ogromne oszczędności kosztów, czasu i siły roboczej. Żeliwne blachy i taśmy po wyżarzeniu elektrycznym stają się giętkie i miękkie i nadają się do wszelakiej obróbki mechanicznej. Fontanna żeliwa pod ciśnieniem 2 atm. daje drut żeliwny. W próbach walcowanie rur dowolnych wymiarów, np. na tak zwaną „bambusową" stal. Metoda ta nadaje się też do walcowania twardych minerałów, jak baryt, mika itp. Zachowanie się w pracy tych wyrobów, ich makro- i mikro-struktura wymaga dalszych studiów badawczych. (przyp. rec.).

dziedzinach budownictwa maszynowego i silnikowego chodzi o zmniejszenie ciężaru przedmiotu, co zwłaszcza jest ważne w budowie broni palnej i czołgów; a zatem podstawą są tu własności wytrzymałościowe stali. Wg. powiedzenia angielskich konstruktorów lotniczych, zniżenie ciężaru o 1 funt daje zaoszczędzenie 1 funta szterl. W tych dziedzinach stal prowadzi walkę konkurencyjną z metalami lekkimi. Środkami do zwiększenia wytrzymałości wyrobów ze stali konstrukcyjnej są: odpowiedni skład chemiczny, czystość, odpowiednia budowa krystaliczna, należyta obróbka termiczna i mechaniczna. Dodatnie wyniki zawdzięcza się naukowo-badawczym instytucjom współpracującym ściśle z organami wojskowymi oraz instytutami i laboratoriami wielkich zakładów przemysłowych.

Rozwój metalurgii w latach ostatnich doprowadził do bardzo wielkiego urozmaicenia sortymentu *stali stopowych* konstrukcyjnych. Każda niemal dziedzina zastosowania tej stali ma swoje gatunki; ułatwia to może pracę konstruktorom, lecz urozmaica zbytnio procesy technologiczne obróbki. Przed wojną światową stalami stopowymi były: niklowa i chromo-niklowa (głównie do wyrobu broni, amunicji i pancerzy), wyjątkowo stosowano stal magnanową. Stal szybkotnąca zawierała wolfram i wanad. Brak niklu i wolframu w czasie wojny zmusił do szukania materiałów zastępczych w postaci molibdenu, cyrkonu, krzemu, tytanu, co znów doprowadziło do badań systematycznych nad materiałami zastępczymi dla „surowców strategicznych". Najlepsze własności wytrzymałościowe i konstrukcyjne dla części odpowiedzialnych, jak lufy działowe, wały korbowe silników lotniczych itp. posiada stal chromowo-niklowo-molibdenowa, a stal chromowo-molibdenowa nadaje się do wyrobu rur w konstrukcji samolotów ze względu na jej wysoką wytrzymałość, spawalność i łatwość dokładnej obróbki oraz do wykonania łożysk, broni palnej itp. Stal niklowo-molibdenową używa się do części podlegających nawęglaniu (koła zębate), a stal manganowo-molibdenową na części kute i dobrze ona zastępuje stal chromowo-niklowo-molibdenową wg. doświadczeń angielskich i amerykańskich. W Stanach Zjedn. stosują stal molibdenową z domieszką wanadu do odlewu odśrodkowego luf działowych. Do wyrobu pancerzy i pocisków przeciwpancernych nadaje się stal mangano-molibdenowa z krzemem (patent angielski). Rozwój budowy płatowców dużo ma do zawdzięczenia postępom w metalurgii stali stopowych. Podczas gdy dla stali węglistej stosunek granicy sprężystości do ciężaru właściwego wynosi 4—5, w gatunkach stali chromowo-kobaltowo-molibdenowej dochodzi do 19 (inne gatunki: duralumi-

nium 10, elektron 10, stal nierdzewna 20—11, stal chromowo-molibdenowa 6,5—9, stal chromowo-niklowo-molibdenowa 7—18).

Niektóre stale nisko stopowe dają również oszczędności na ciężarze, np. stal z dodatkiem 2% chromu i manganu posiada granicę sprężystości 35 kg/mm² i dużą odporność na ścinanie, nadaje się więc do budowy kadłubów statków handlowych w postaci arkuszy blach i nitów, bo daje oszczędność na wadze 15—25%. Rząd angielski ogłosił niedawno konkurs na najlepszą stal dla samolotów bojowych z nagrodą 250.000 ft. szt.; w konkursie bierze udział 150 przedsiębiorstw, w ich laboratoriach wre obecnie usilna praca badawcza.

Jak wyżej nadmieniono, stal chromowo-niklowo-molibdenowa nadaje się do wyrobu luf działowych, a zwłaszcza rdzeni wymiennych, bo posiada granicę sprężystości do 80 kg/mm², granicę wytrzymałości na rozerwanie powyżej 100 kg/mm², przy wydłużeniu 17—20%. W nowszych gatunkach stali granica sprężystości nawet w dużych blokach dochodzi do 95 i 100 kg/mm², co pozwala na zwiększenie ciśnienia w lufach do 5.000 atm. i wyżej (wzrost mocy lub obniżenie ciężaru). Kombinacja składników stali stopowych, oparta na rozważaniach teoretycznych i doświadczeniach, doprowadziła do ulepszenia, po za zwiększeniem wytrzymałości, innych cech stali, jak odporność na zużycie, granica zmęczenia, łatwość obrobki mechanicznej, własności odlewnicze, wytrzymałość przy niskich temperaturach itp. Nowe gatunki stali szybkotnącej do automatów zwiększają wydajność tych obrabiarek o 40—50%. Amerykański metalurg Swiesznikow czynił badania z 22 gatunkami stali stopowej na lufy do k.m., gdzie jako domieszki wchodziły następujące pierwiastki: chrom, mangan, wanad, nikiel, wolfram, molibden, uran, krzem — w różnych kombinacjach. Po za wynikami dodatnimi, opartymi na składzie chemicznym stopów, zasługują też na wspomnienie postępy w dziedzinie ulepszeń fizycznej ich struktury przez „zaleczenie" różnych wad (np. płatki śnieżne), co jest ważne przy odkuwaniu dużych bloków (budowa turbin, okrętów, ciężkich maszyn, dział, pancerzy).

Metali niepodlegających zupełnie korozji nie ma; *stale* t. zw. *nierdzewne* mają opóźniony znacznie proces rdzewienia, zależny zresztą od zewnętrznych warunków fizycznych. Istnieją następujące kategorie tych stali: a) chromowa (12—16% Cr); b) chromowo-niklowa (18—20% Cr i 8 — 10% Ni) o budowie austenitycznej, jest ona niemagnetyczna i nie podlega hartowaniu; c) inne stopy antykoryzyjne. Twardość ich waha w zależności od zawartości węgla. Pierwsze zesto-

sowanie znalazła stal nierdzewna w wyrobie przedmiotów użytku domowego (sztućce, naczynia kuchenne, koperty zegarków), następnie przeszła do budownictwa samochodów, aparatury chemicznej, armatury przemysłu spożywczego, budowy turbin, architektury. Ujemnymi cechami tej stali są: kruchość w pewnych warunkach, trudność obróbki mechanicznej, trudność spawania, wysoka cena. Nad usunięciem tych wad ślęczą metalurgowie z częściowym powodzeniem (np. przez dodanie selenu ułatwia się obróbkę). Chodzi też o ulepszenie jakości podstawowego surowca, jakim jest żelazo-chrom. Od 1930 r. zaczęto doświadczenia z zastosowaniem stali nierdzewnej do wyrobu dział, karabinów ręcznych i maszynowych i innego sprzętu zaopatrzenia wojennego. Lufy k. m. ze stali chromowej okazały się bardzo długotrwałe (zachowały dobrą celność po oddaniu 8.000 strzałów). Niemniejsze znaczenie ma zastosowanie tej stali do budowy samolotów i sterowców (cienkie przekroje konstrukcji) oraz okrętów (odporność na działanie wody morskiej). W przemyśle chemii wojennej stosuje się stal nierdzewną do aparatury przy wyrobie materiałów wybuchowych i gazów bojowych (amoniak, kwas azotowy, nitrowanie celulozy i węglowodorów), gdzie zastępuje ona z powodzeniem materiały ceramiczne. Ze stopami nierdzewnymi konkurują powłoki ochronne (chromowanie, kadmowanie, lakierowanie itp.), lekkie stopy i metale kolorowe, stopy dwuskładnikowe oraz masy plastyczne, o czym będzie mowa niżej. Szerokiemu rozpowszechnieniu stali nierdzewnej stoi na przeszkodzie wysoka jej cena i stosowanie tworzyw t. zw. deficytowych (importowanych). Chodzi o wynalezienie stali niskostopowych z tymi samymi własnościami, jak np. stal miedziowa, krzemowo-manganowa itp. Próbują też stosować w tymże celu metale kilkowarstwowe (platerowanie).

W ostatnich czasach wzrosła rozmaitość *stali specjalnych*, jak narzędziowych, sprężynowych, magnetycznych, odpornych na wysokie temperatury, transformatorowych i innych, które są częściowo nowymi wyrobami, a częściowo ulepszeniem tylko istniejących gatunków. Stal narzędziowa, która rozpowszechniła się w ciągu ostatnich dwóch dziesiątków lat, spotkała poważnego współzawodnika w postaci twardych stopów. Dalsze jej zastosowanie zależy od możności zastąpienia drogich i rzadkich metali: wolframu i wanadu — innymi (kobalt, molibden).

Ważną rzeczą jest udoskonalenie stali, używanych na matryce i tłoczniki do prasowania na zimno lub gorąco. Stal odporną na żar

stosuje się do form odlewniczych dla metali kolorowych (odlewy pod ciśnieniem), a nawet dla żeliwa (wały do silników). Materiał odporny na żar stosuje się też do wyrobu zaworów w silnikach spalinowych; jest to stal austenitowa chromowo-niklowa lub kobaltowa z domieszką molibdenu i wolframu. Na wystawie w Chicago pokazywano mechanizm zegarowy pracujący w piecu o temperaturze 1.000°. Nie udało się jeszcze jednak wynaleźć należytego tworzywa na łopatki turbin gazowych, do silników reakcyjnych i innych maszyn działających prądem rozpalonych gazów. Nie jest rozwązane zagadnienie stali sprężynowej dość odpornej na zmęczenie i nagłe uderzenia, stosowanej w sprzęcie uzbrojenia, budownictwie samochodów, samolotów i czołgów (stal chromowo-wanadowa).

Żeliwo odżyło i „odmłodziło się" jako tworzywo konstrukcyjne, dzięki topieniu w piecach elektrycznych i domieszkom molibdenu, niklu, chromu, nowym metodom obróbki termicznej, odlewom pod ciśnieniem i odśrodkowym i zaczyna ono gdzieniegdzie współzawodniczyć ze stalą, wobec taniości i łatwiejszej produkcji wyrobów.

Pomijając sprawę nowych typów stali o wzmocnionych własnościach elektromagnetycznych, autor wspomina o zagadnieniu *stali do azotowania* czyli utwardzenia powierzchni w atmosferze amoniaku. Stal taka musi zawierać 1—1,5% glinu lub domieszki wanadu i chromu. Azotowaniu można poddać również żeliwo, które staje się wówczas nadzwyczaj twarde (680° Brin) i odporne na zużycie. Stale i żeliwo azotowane stosuje się do budowy cylindrów silników spalinowych i do różnych części podlegających tarciu, np. w gąsienicach czołgów i ciągników. Próby azotowania dotyczą również przewodów luf broni palnej.

Stopy twarde (stellity) używa się do wyrobu narzędzi tnących. Różnią się one zasadniczo od stali narzędziowej tym, że zawartość w nich metali rzadkich (Co, W) przewyższa zawartości żelaza. Wynalazek ten odnosi się do czasów przed samą wojną światową; obecnie stopy te zostały ulepszone i znajdują coraz większe zastosowanie tam, gdzie chodzi o twardość, wytrzymałość i odporność na zużycie jednocześnie. Stosowanie twardych stopów wskazało drogę do wyrobu węglików metali rzadkich i utworzenia stopów „ultra twardych" np. węglik wolframu, tantalu, tytanu, molibdenu. W ich zrealizowaniu odegrało rolę ważną ulepszenie pieców elektrycznych i materiałów ogniotrwałych. Stopy te weszły na rynek dopiero około 1927 r. Do tych najtwardszych materiałów w rodzaju stopów ceramicznych

należy stop kruppowski „Widia" (czyli „wie Diamant") złożony z proszku węglika wolframu spieczonego z proszkiem kobaltu, używany na wiertła górnicze, przeciągadła do twardych drutów itp. Sortyment stopów twardych rozciąga się obecnie na dziesiątki typów. Zastosowanie ich w obróbce mechanicznej tworzyw pozwala zwiększyć szybkość cięcia kilkakrotnie (przy obróbce żeliwa) i nawet kilkadziesięciokrotnie (przy obróbce metali kolorowych) i nadaje się do skrawania takich materiałów, które dotychczas można było jedynie szlifować, jak szkło, porcelana, masy plastyczne, marmur itp. Narzędzia szybkotnące wymagają pewnych zmian w konstrukcji obrabiarek (usunięcie drgań), w samych narzędziach tylko krawędzie tnące są wykonane z twardego materiału (napawane). Stopy twarde oraz stal azotowana znajdują też zastosowanie w wyrobie sprawdzianów.

Metale kolorowe. Największym postępem w dziedzinie metalurgii metali kolorowych jest wykorzystanie rud biednych i mieszanych przez wzbogacenie ich drogą flotacji i selekcji. Przez zastosowanie w procesach wytopu metod hydrometalurgii i elektrochemii udało się uzyskiwać opłacalnie jako produkty uboczne metale, znajdujące się w rudach w znikomych ilościach procentowych (np. platynę, osm, iryd, pallad — w rudach niklowych lub złoto, srebro i nikiel z rud miedzianych). W wielu krajach usiłują wykorzystać rudy rodzime nisko procentowe dla otrzymania, na wypadek wojny i blokady, metali deficytowych, wymagających w normalnych czasach importu (np. w Niemczech, Stanach Zjedn.). Drugim ważnym krokiem w kierunku samowystarczalności jest uzyskanie *namiastek* brakujących surowców. Zastępstwo *miedzi* i jej stopów jest jednym z najważniejszych i najtrudniejszych zagadnień. Zasoby jej znajdują się prawie wyłącznie w Ameryce i Afryce, a zatem większość krajów opiera się na imporcie miedzi. W przemyśle wojennym miedź ma bardzo obszerne zastosowanie w wyrobie amunicji (pierścienie wiodące pocisków i łuski), w budownictwie samolotów i samochodów. W 1929 r. światowa produkcja miedzi wyniosła 2 miliony ton, a roczne zapotrzebowanie w czasie pokoju wynosiło w St. Zjedn. 1 milion ton, w Niemczech 220.000 t, we Francji 150.000 t, w Anglii 150.000 t, w Rosji 105.000 t, w Japonii 80.000 t. W czasie wojennym zużycie miedzi wzrasta kilkakrotnie (w 1918 r. zużyto we Francji 350.000 t.). Trudność zamiany miedzi przez metale lekkie lub stal nierdzewną pochodzi stąd, że posiada ona specjalne własności, jak przewodnictwo elektryczne, odporność chemiczną, łatwość obróbki, a ponadto, że cena jej spadła w okresie kryzysu, natomiast odpadki jej cenione są stosunkowo wy-

soko. W czasie pokojowym odbiorcami głównymi miedzi są: przemysł elektrotechniczny, budowlany, samochodowy; mniejsze zapotrzebowanie wykazują: budownictwo maszynowe, koleje żelazne, budownictwo morskie. W czasie wojny w 1917 r. zużyto w Niemczech 70% miedzi na wyrób amunicji. Rozmaitość zastosowania miedzi i jej stopów wysuwa konieczność stworzenia całego szeregu namiastek. Wojna światowa już dostarczyła pewnych przykładów w tym względzie, zwłaszcza w Niemczech. W elektrotechnice zastępcą miedzi może być glin i czyste żelazo. Coprawda przewodnictwo elektryczne Al jest o 40% mniejsze niż miedzi, lecz niższy ciężar właściwy pozwala na zwiększenie przekroju przewodów i większy rozstęp słupów. Technicznie czyste żelazo ma przewodnictwo kilkakrotnie niższe od miedzi i do przewodów służyć nie może, stosować się daje w przemyśle słabych prądów zmiennych w postaci platerowanej miedzią. W Niemczech zabronione zostało używanie miedzi i jej stopów do przewodów elektrycznych, odbiorników prądu, kabli podziemnych i piorunochronów, zastępuje się ją w tych wypadkach glinem. Ograniczono tam również użycie miedzi w budownictwie (dachy, okucia itp.) zastępując ją żelazem lub stalą niskostopową małordzewną ewentualnie z powłokami ochronnymi. Zaoszczędzono miedź w paleniskach kotłów parowozowych zastępując ją stalą (oszczędność 4 tony na jednym parowozie) Podobnież usuwa się miedź z budownictwa maszynowego. Tym sposobem liczyć można na 50—60% oszczędności w zużyciu miedzi w przemyśle. W produkcji łusek karabinowych i artyleryjskich czyniono wiele prób zastąpienia ich miękkim żelazem (podlega korozji i trudno się wytłacza), stalą chromową*) (zacinania w k.m.); dopiero dodatnie wyniki dało czyste żelazo *„Armco"* (z domieszkami 0,16%), które ma wytrzymałość na rozerwanie 35 kg/mm² i przydłużenie 45%. Co do walcowania i tłoczenia odpowiada ono właściwościom mosiądzu 67/33. Otrzymuje się w piecu martenowskim. Zastępstwo łusek mosiężnych przedstawia duże trudności, jeżeli chodzi o ich rekonstrukcję dla ponownego użycia; wtedy najlepsze wyniki dają łuski aluminiowe. Zakłady Szkoda stosują łuski artyleryjskie palne z prasowanego kartonu. Czynione są próby wykonania łusek z mas plastycznych. Zastąpienie pierścieni wiodących miedzianych żelazem, cynkiem, bimetalem (warstwy), kartonem nie dało dotychczas wyników całkiem zadowalających; chodzi tu bowiem o odpowiednią plastyczność i niski współczynnik tarcia.

---

*) Autor wspomina o próbach polskich w tym kierunku.

Nikiel jest typowym materiałem wojennym, chociaż mniej stosowanym od żelaza i miedzi; używa się go głównie przy wyrobie stali specjalnej, w stopach z miedzią, glinem itp. do niklowania, w elektrotechnice, przedmiotach użytku domowego i przemyśle żywnościowym, do wyrobu akumulatorów zasadowych, •w przemyśle chemicznym jako katalizatora. Zastępstwo niklu dotyczy głównie zamiany stali stopowej węglistą lub o składnikach innych, jak mangan, chrom, itp., co zwłaszcza łatwo da się osiągnąć w budownictwie samochodowym, a następnie w budowie obrabiarek, parowozów i statków. Trudniej przedstawia się sprawa namiastek niklu w stalach działowych. Lecz i tu udało się obniżyć zużycie niklu za pomocą procesu „duplex" który pozwala na radykalne usunięcie szkodliwych domieszek siarki, fosforu i tlenu. Nikiel z powodzeniem zastępuje się w budownictwie sprzętu artyleryjskiego molibdenem, chromem, krzemem (p. wyżej o stalach stopowych). W stalach pancernych zastosowano stal węglistą dosyć odporną (w cienkich pancerzach); dla grubych pancerzy można również znaleźć odpowiednie namiastki niklu (stal angielska Hadfielda). Stal chromowo-manganowo-krzemowa, jako wytrzymała i odporna na rdzewienie, nadaje się do budowy statków morskich. W Niemczech odbywają się próby zastąpienia niklu w pociskach pancernych. Płaszcze melchiorowe (Cu, Zn, Ni) pocisków karabinowych zastąpiono melchiorowanymi (platerowanymi melchiorem). W próbach są pociski jednolite stalowe i miedziane bez płaszczy. Natomiast w zastępstwie niklu w silnikach lotniczych nie osiągnięto dużego powodzenia.

Cynę muszą sprowadzać prawie wszystkie kraje (prócz Anglii). Zastępstwo jej daje się uskutecznić w poszczególnych wypadkach. Stosuje się ją w blachach, rurach, cynfolii, w stopach (lutowia, bronzy, stopy łożyskowe, pobielanie) lub jako wyroby w puszkach do konserw, w automobiliźmie, budownictwie mieszkaniowym. W puszkach do konserw zastępuje się ją celofanem, w zbiornikach benzyny — ocynkowanym żelazem lub glinem. Blachę cynową ma zastąpić nowo wynaleziona (w 1936 r.) metoda amer. Finka pokrywania blachy żelaznej glinem. W lutowiach obniżono procent cyny poniżej 40% (ołów, cyna, kadm). Zastępstwo cyny w stopach łożyskowych (białe metale) jest rzeczą bardzo ważną; radykalnym rozwiązaniem tej sprawy jest przejście na łożyska kulkowe i rolkowe, co jednak nie wszędzie jest możliwe. W łożyskach tarciowych cynę zastępuje się bronzą ołowianą, żeliwem, stalą, masami plastycznymi, stopem kadmu z domieszkami srebra i miedzi. Do łożysk kolejowych Niemcy stosują „Bahnme-

tall" z ołowiu z domieszką wapnia i litu. Do wyrobu cynfolii stosuje się obecnie glin lub zastępuje się ją celofanem; tubki robi się z czystego cynku; w bronzach zastępuje się cynę glinem, krzemem i manganem. Z odpadków blachy cynowej odzyskuje się cynę nowymi metodami chemicznymi.

Obszar zastosowania *ołowiu* jest jeszcze większy niż cyny. Używa się go na farby, kable, akumulatory, rury wodociągowe, metal czcionkowy, lutowie, stopy łożyskowe, cynfolię, amunicję małokalibrową i kulki szrapnelowe. Farby ołowiane, szkodliwe dla zdrowia robotników, można zastąpić cynkowymi, tytanowymi i glinowymi oraz powłokami ochronnymi. Trudniej jest zastąpić ołów w akumulatorach, bo stosowanie żelazno-niklowych akumulatorów nie rozwiązuje sprawy ze względu na nikiel, a cynkowo-jodowe są w stadium prób. Opancerzenia kabli też nie udało się zastąpić innym materiałem (masy plastyczne). Kulki szrapnelowe mogą być ostatecznie wykonane z żeliwa, usunięcie zaś ołowiu z rdzeni pocisków karabinowych wymagałoby przeróbki całego procesu technologicznego przy wyrobie; częściowo możnaby go zastąpić stalą (pociski pancerne) lub miedzią.

Cynk uważany jest jako najpożądańsza namiastka rzadkich i droższych metali z powodu swej taniości i rozpowszechnienia rud. Dużo cynku używa się na ocynkowania blach, rur, drutu itp. oraz na wyrób mosiądzu i farby białej. Rekuperacja cynku z odpadków i łomu nie bardzo się opłaca.

W dziedzinie namiastek zasadniczych metali kolorowych najwięcej zatem dokonano co do zastępstwa miedzi, niklu i cyny ze względu na ich znaczenie „strategiczne". Zastępstwo zaś ołowiu, cynku, chromu i manganu nie opłaca się i mało mu poświęcono uwagi.

Metale lekkie, jak glin, magnez, beryl znajdują też swą ważną rolę w gospodarce przemysłowej. Wydobycie glinu z roku na rok wzrasta (Niemcy, Anglia, Rosja, Włochy, Japonia), służy on bowiem w znacznej mierze dla przemysłu wojennego, dla lotniczego i samochodowego, jako zastępca miedzi oraz bywa użyty w stopach z miedzią, magnezem, krzemem, niklem, ponadto z chromem, kadmem i tytanem. W wytopie glinu nie zaznaczył się postęp techniczny w ostatnich czasach. Poszukiwane są nowe tańsze rodzaje surowców wyjściowych po za boksytem i kryolitem, w postaci ałunitu, leucytu, kaolinu i innych krzemianów glinu, które by opłacały wydobycie aluminium. Pewien postęp można spostrzec w zwiększeniu sprawności elektrolizy tlenku glinu (wanny na 50.000 amp.) i w walcowaniu złożonych i dużych

profili ze stopów glinu dla budownictwa mieszkalnego, budowy wagonów i urządzeń przemysłu chemicznego. W próbach są metody otrzymania stopów drogą analizy bezpośrednio.

Przemysł *magnezowy* rozwinął się dość intensywnie tak pod względem ilościowym, jak i techniki otrzymywania metalicznego magnezu i jego obróbki; chodzi jednak o wynalezienie ekonomiczniejszych metod wydobywania magnezu, dotychczasowe bowiem metody wymagają dużego zużycia energii elektrycznej i dają metal z domieszkami szkodliwymi. Nowe metody otrzymywania magnezu z magnezytu stają się więcej opłacalne. Magnez może częściowo zastępować glin w krajach, gdzie brak wysokowartościowych rud tegoż (Niemcy, Japonia).

Metaliczny *wapń* otrzymany drogą elektrolizy z chlorku wapniowego stosuje się do rafinerii ołowiu, niklu, odtlenienia miedzi itp., zastępując inne deficytowe pierwiastki.

Dążenie do wykorzystania ubocznych produktów przy przeróbce rud o wielu składnikach metalowych doprowadziło do wydobywania *metali rzadkich*, które dotychczas traktowane były jedynie laboratoryjnie. Więc np. przy wytopie ołowiu i cynku otrzymuje się kadm używany na powłoki ochronne; podobnież znalazły zastosowanie: tellur, lit, niob, cez rubid, ren; z nich np. cez stosuje się do komórek fotoelektrycznych. Należy nadmienić o rozwoju produkcji berylu i jego stopów; bronz berylowy używa się na sprężyny, kurki broni palnej, narzędzia, które przy uderzeniu nie dają iskier itp. Przejście od prac laboratoryjnych do wytwórczych skraca się w szybkim tempie ze względów konkurencyjnych, przykładem może służyć rzadki pierwiastek hafn (Hf) odkryty w Danii w 1932 r., a w następnym roku już znalazł on zastosowanie w elektrotechnice i wyrobie specjalnych materiałów ogniotrwałych.

III. Postępy w obróbce metali i budownictwie maszynowym. Postęp w przeróbce cieplnej metali zwykle przebiega wolniej niż w dziedzinie obróbki na zimno. Lecz i tu można prześledzić kierunki postępu np. *w walcownictwie*, wyrażające się przejściem na walcowanie blach i żelaza taśmowego większej szerokości i wyższych własności. Rozwalcowanie blach stalowych dochodzi do grubości 0,3 mm, a blach stopowych wysokowartościowych do 0,1 mm; przy czym walcowanie odbywa się na gorąco lub na zimno. Szerokie zastosowanie znalazły fotokomórki do samoczynnego kierowania walcarkami, ulepszone silniki elektryczne, łożyska z mas plastycznych i inne drobniejsze ulep-

szenia. Walcowanie na zimno stosuje się też do glinu i stopów miedzi. Co do jakości walcowania zasługują na uwagę 2 czynniki: większa dokładność profili i rozmaitość tychże, dochodząca do bardzo złożonych kształtów nie wymagających już potem prawie żadnej obróbki mechanicznej.

W odlewnictwie postęp wyraża się w stosowaniu *odlewów pod ciśnieniem* (cynk, cyna, glin, bronz, żeliwo), które jednak opłaca się tylko w zakładach o szerszym zakresie, a wyróżnia się dokładnością i czystością odlewów i daje możność otrzymania kształtów przedmiotu ostatecznych z wszelkimi otworami, wgłębieniami i gotową „rzeźbą", bez potrzeby stosowania późniejszej mechanicznej obróbki. Stosuje się ta metoda dla drobnego osprzętu samochodów, maszyn do pisania, wag, różnych automatów itp. oraz do wyrobu części zapalników. a nawet wałów korbowych do silników. *Odlewy* rur żeliwnych *w wirujących formach* znane były dość dawno, obecnie stosuje się ten sposób przy odlewach z metali kolorowych i stali, używając go do odlewu odśrodkowego luf działowych i karabinów maszynowych. Metoda ta ma, jak wiadomo, szereg poważnych plusów technicznych i ekonomicznych w porównaniu z odkuwaniem. Lufy otrzymane w ten sposób, poddaje się samowzmocnieniu; materiałem zaś może służyć stal węglista bez niklu i chromu (C—0,35% z dodatkiem 0,6% Mn, 0,3% Si 0,3% Mo, 0,1% Va). Metoda odlewu odśrodkowego ma zastosowanie w lufach armat i haubic kalibru od 37 do 150 mm, jak również dla wyrobu obsad, rdzeni itp. Sposób ten pozwala na odlew skombinowany warstw z różnych gatunków metali (np. wewnątrz ze stali nierdzewnej) oraz na odnawianie luf zużytych. Tą metodą odlewa się też pociski z żeliwa stalistego, co sprzyja potanieniu produkcji.

Stosowanie luf jednoblokowych wymaga albo wysokiego gatunku stali działowej (drogiej i trudnej do obróbki mechanicznej), albo *samowzmocnienia* hydraulicznego. Zalety tej metody są ogólnie znane. Największy efekt uzyskuje się właściwie przy użyciu stali o niskiej granicy sprężystości, bo wówczas można podnieść tę granicę nawet o 40—50%. W lufach odlanych metodą odśrodkową daje się powiększyć samowzmocnieniem średnicę przewodu o 12%, w kutych o 5—6% Ciśnienie samowzmocnienia dochodzi do 9.000 atm. Następna obróbka termiczna jest warunkiem utrzymania dobrych własności lufy.

Odkuwanie i prasowanie metali rozwija się w kierunku przyśpieszenia i dokładności pracy młotów i pras (samoczynne podawanie półwyrobów, zmniejszenie naddatków). Istnieje możność wykonywa-

nia skorup pocisków stosując tylko prasy i szlifierki, z pominięciem tokarek (w czasie wojny dla wyrobu 300.000 pocisków dziennie trzeba było 20.000 tokarek, licząc po 15 sztuk dziennie na tokarkę). Najmocniejszą prasą na świecie jest włoska u Ansaldo o sile 15.000 ton i takaż sama u Kruppa, które mogą obrabiać bloki ważące 320 ton. Największe prasy przedwojenne mało się coprawda różniły od nich.

Walcowanie rur bez szwu znalazło obszerne zastosowanie w budowie samolotów, a następnie w wykonaniu kadłubów skorup pocisków artyleryjskich i bomb lotniczych. W pociskach art. uzyskuje się lepszą fragmentację i oszczędność tworzywa: pocisk 75 mm tłoczony wymaga półproduktu o ciężarze 10.8 kg, walcowany 7,0 kg. Kadłuby walcowane bomb lotniczych są mocniejsze niż spawane. Postęp w dziedzinie walcownictwa rur bez szwu (dokładność średnicy, grubości ścianek, prostolinijność przewodu, wytrzymałość i jednorodność materiału) pozwala na wykonanie tą metodą rdzeni wymiennych, a nawet całych luf działowych. W Niemczech w ten sposób wykonywa się rury o średnicy do 1800 mm i długości 12 m, co pozwala również wykonywać kadłuby torped, kotły wysokiego ciśnienia, kolumny dla syntezy chemicznej itp.

W porównaniu z odkuwaniem, spawaniem, czy nitowaniem sposób ten ma dużo zalet, np. zwalcowanie rury średnicy 105 mm i długości 5 m trwa 6 minut.

Do nowszych metod obróbki ciśnieniem stali, metali kolorowych i lekkich *należy przeciąganie przez matryce* dla otrzymania złożonych profili; jest to operacja zbliżona do walcowania na zimno które również znalazło szersze zastosowanie w przeróbce metali.

Na skutek ulepszenia metod obróbki wymienionych wyżej, rola *obrabiarek* zmieniła się i musiała się przystosować do nowego charakteru obróbki mechanicznej. Odpada przeważnie obróbka narzędziowa z grubsza na obrabiarkach i pozostaje tylko wykończenie ostateczne. Zmniejszyła się potrzeba tokarek i frezarek, a zwiększyła się rola szlifierek, maszyn do docierania i polerowania ze względu na dokładność wymiarów obrabianych przedmiotów. Wprowadzenie do wyrobu narzędzi stopów ultra twardych wpłynęło na konstrukcję obrabiarek (zwiększenie sztywności, ilości obrotów, mocy ich silników, wzmocnione usuwanie wiórów), jednak wyrób tych narzędzi wymaga wysokiego poziomu techniki. Dla celów mobilizacji przemysłu mają znaczenie obrabiarki raczej więcej uniwersalne i łatwo obsługiwane niż bardzo specjalne. Ważną też jest rzeczą znormalizowanie ich części,

zespołów części, uchwytów, narzędzi itp. Postępy metalurgii umożliwiły wykonanie obrabiarek lżejszych i o mniejszych rozmiarach, a wystarczająco mocnych. Wyrób silników elektrycznych szybkobieżnych pozwala na indywidualny napęd nie tylko poszczególnych obrabiarek lecz i ich oddzielnych ruchomych agregatów mechanizmów. Na ulepszenie konstrukcji obrabiarek wpłynęło też wprowadzenie łożysk kulkowych i rolkowych. Stosowanie automatów związane jest z produkcją masową, do wyrobu seryjnego używa się półautomatów (częściowa automatyzacja). Odpowiedzią techniki na żądania odbiorców w latach ostatnich jest nowy typ obrabiarki do metali, który łączy w sobie dużą sprawność z elastycznością wykorzystania dla różnych operacyj i normalizacją poszczególnych części. Są to *obrabiarki agregatowe* (zespołowe). Zasada ich polega na podziale całego ustroju na niezależne „węzły" — agregaty (zespoły): energetyczny, przekładniowy, uchwytowy, roboczy itp. Przestawianiem i kombinacją węzłów można zestawiać maszyny robocze różne co do charakteru operacyj i ilości narzędzi. Jest to analogia do znanych zabawek konstrukcyjnych, które z kompletu części pozwalają montować najrozmaitsze maszyny i budowle.

Do wyrobu amunicji (20—50 mm) stosuje się *automaty wielonożowe* (obróbka pocisku trwa na nich 1—2 minut). Stworzenie obrabiarek zespołowych, które zjawiły się w 1934 r., w wytwórniach samochodowych, jak również całe instalacje tych wytwórni czynią możliwym dostosowanie fabryk samochodów w pierwszym rzędzie do wyrobu przedmiotów uzbrojenia przez wykonanie t. zw. „manewru technologicznego" na wielką skalę.

Jedną z młodszych gałęzi techniki, lecz szybko się rozwijającą, jest metoda *spawania* elektrycznego, stosowana, po przezwyciężeniu „chorób dziecięcych", przy budowie kotłów wysokiego ciśnienia, samolotów łóż działowych, konstrukcyj żelaznych itp. w odniesieniu do stali węglistej, stopowej i nierdzewnej. Dąży się do tego, aby proces spawania był niezależny od umiejętności spawacza (przyrządy elektro-próżniowe, automatyzacja). Spawanie nie tylko zastępuje nitowanie, lecz stało się metodą samodzielną, np. w wyrobie nadwozi samochodowych i wagonów, lodowni domowych, maszyn do liczenia itp. Zastosowanie zaś spawania do łączenia pancerzy okrętowych i czołgów jest wątpliwe (bardzo grube pancerze, które podlegają wibracji i uderzeniom), natomiast udaje się je stosować do wyrobu kadłubów bomb lotniczych i pocisków art.; te ostatnie mogą też być wykonane z rur bez szwu z przypojonym dnem.

W dziedzinie *narzędzi i przyrządów do obróbki* przejawił się też postęp. Niektóre narzędzia ręczne zostały zmechanizowane przez napęd elektryczny lub pneumatyczny (krążki szlifierskie, wiertła, młotki (nożyce, piły, dłuta, gryzy) i znalazły dogodne zastosowanie przy obróbce wielkich przedmiotów. Z przyrządów kontrolno-mierniczych rozpowszechniły się *sprawdziany* graniczne, stosowane obszernie w produkcji przemysłu wojennego: do kontroli wyrobu amer. karabinu potrzeba 812 sprawdzianów, do k. m. Maxima 1400, do zapalnika rozpryskowego 814 itp. Zaopatrzenie przemysłu w sprawdziany jest zagadnieniem bardzo poważnym, złożonym i trudnym; w czasie wojny światowej nieraz brak sprawdzianów ograniczał rozmiary produkcji. Chromowanie sprawdzianów zwiększa znacznie ich długotrwałość, jeszcze lepsze rezultaty daje pokrycie krawędzi roboczych stopem ultra twardym; nastawialne szczęki sprawdzianów składanych (od 1933 r.) zwiększają również długotrwałość ich służby. Trudność wykonania sprawdzianów granicznych, ich zużywalność i różne cechy ujemne, dotyczące dokładności, dogodności i subiektywności pomiaru skierowały myśl konstruktorów w kierunku stworzenia mniej udoskonalonych przyrządów, pozwalających jednak w sposób prosty określić z dużą dokładnością istotne wymiary mierzonego przedmiotu. Powstały przyrządy oparte na metodzie elektrycznej lub optycznej i dające dokładność do tysięcznych części mm. Istnieją systemy szlifierek, które samoczynnie doprowadzają obróbkę do wymaganego rozmiaru i zatrzymują się samoczynnie (kontrola pneumatyczna lub fotoelektryczna). Tam, gdzie chodzi o wysoką dokładność obróbki, stosuje się przyrządy do oceny jakości powierzchni (ruch ostrza diamentowego przekazuje się na ekran w powiększeniu kilka tysięcy razy lub daje efekt akustyczny przez elektromagnetyczne wzmocnienie wahań ostrza). Wagi automatyczne określają dokładność ciężaru obrabianej części przeznaczonej dla mechanizmów szybkobieżnych.

Obróbka cieplna wymaga przyrządów pomiarowych do temperatury hartowania (pirometry) oraz do regulowania temperatury pieców. W ostatnich czasach stworzono przyrządy regulujące samoczynnie cały cykl termicznej obróbki metali, ustalony z góry co do czasu i temperatury. Umiejętność hartowania już nie jest „sztuką" i nie opiera się na ocenie „na oko". Automatyzacja tych procesów obniża znacznie ilość braków. Dzisiejsze piece do hartowania (elektryczne lub gazowe) włączone są w rytm ciągłego procesu technologicznego w ogólnym strumieniu obróbki.

Pod wpływem głównie przemysłu wojennego (broń, samoloty, okręty) rozwinęła się dziedzina *poszukiwania wad metali.* Do wyjawienia defektów zewnętrznych służą tu pomocą zdjęcia fotograficzne i kinowe badanych powierzchni i następnie powiększane (np. badanie przewodu luf również w celach zbadania stopnia zużycia, cylindrów silnikowych, wałów korbowych, kotłów wysokiego ciśnienia itp.). Dla odkrycia wad wewnętrznych przyciągnięto rentgenoskopię (grubość badanych wyrobów do 100 mm przy napięciu 440.000 wolt) oraz promienie radioaktywne (γ); następnie bada się je z pomocą zmian pola magnetycznego: namagnesowany przedmiot pogrąża się w płyn zawierający drobne opiłki żelazne, najmniejsze rysy ujawnią te opiłki układając się wzdłuż nich. Nowszymi metodami do wykrycia wad wewnętrznych metalu są sposoby akustyczne i metoda drgań ultradźwiękowych. Powyższymi sposobami nie tylko ujawnia się wady, lecz i bada się przyczyny ich powstawania i ustala należyty przebieg procesu technologicznego.

(d. c. n.)

BIBLIOGRAFIA.

PRZEGLĄD PIECHOTY — 1936 r.

Projekt celownika do kbk. — L. Geissler (I).

Sanki uniwersalne. — por. A. Jakubieniec (I).

Upłozienie środków przewozowych w zimie. — ppłk F. Kubicki (II).

Bojowe środki zapalające. — inż. D. Smoleński (III).

Czyszczenie broni. — ppor. A. Błażewicz (IV).

Sprawa podpórki pod karabin. — ppor. J. Siemiątkowski (IV).

Rozpoznawanie chemicznych plam parzących. — kpt. J. Cwynar (VII).

Broń chemiczna w Niemczech. — mjr s. s. B. Sypniewski (VII).

Przystrzeliwanie broni. — kpt. J. Bryda (IX).

Lunety do kb. — kpt. A. Schottek (IX).

Jak podpierać karabin. — ppor. R. Podbielski (XI).

Podpórka pod karabin. — ppor. S. Bęczkowski (XI).

PRZEGLĄD WOJSKOWO-TECHNICZNY — 1936 r.

Uwagi o skuteczności i przyczynach niepowodzenia reflektorów dalekonośnych w walkach na ziemi. — kpt. s. s. R. Bużkiewicz (dział sap. str. 285).

Ustalanie położenia samolotów podczas nocnej obrony plotniczej. — inż. M. Odlanicki-Poczobut (dział sap. str. 456).

Zapalające środki walki i sposoby przeciwdziałania. — W. W. (dział sap. str. 611).

Zasłony dymne na stacjach kolejowych. — mjr W. Stelmachowski (dział sap. str. 606).

Garść wiadomości o dawnych i nowoczesnych zasadach reflektorów przeciwlotniczych oraz organizacja i liczebność tych reflektorów w armiach zagranicznych. — kpt. s. s. R. Bużkiewicz (dział sap. str. 684, 741).

Pneumatyki w zaprzęgu konnym. — inż. M. Bekker (dział sap. str. 767).

Ognie sztuczne jako ośrodek łączności. — kpt. M. Wargalla (dział łączności str. 196).

Fale ultra krótkie jako środek leczniczy i jako narzędzia śmierci. — M. Domański. (dział łączn. str. 932).

Wpływ współpracy świata naukowego i przemysłowego z wojskiem na rozwój sprzętu technicznego we Włoszech. — kpt. W. Szczęsnowicz (dział łączn. str. 655).

Czołgowe przyrządy celownicze. — rtm. K. Rozen-Zawadzki i kpt. C. Blok (dział br. panc. str. 366, 433).

Jarzma k. m. i armatek. — inż. A. Fabrykowski (dział br. panc. str. 38).

Konstrukcja pojazdu a opory jego gąsienic. — inż. M. Bekker (dział br. panc. str. 216).

Współczesne samochody pancerne — inż. M. Bekker (dział br. panc. str. 614).

PRZEGLĄD LOTNICZY — 1936 r.

Działanie bomb lotniczych. — kpt. M. Tarnowski (VII).

Silnik-armatka Hispano Suiza. — mjr S. Nazarkiewicz (VII).

Sposoby polepszenia celności k. m. pilota. — kpt. Suchos (XI).

Użycie reflektorów w świetle literatury angielskiej. — por. K. Radatz (IX).

PRZEGLĄD MECHANICZNY — 1936 r.

Znaczenie Instytutów Naukowo-Badawczych w przemyśle i potrzeba ich tworzenia w Polsce. — prof. dr B. Stefanowski (str. 527).

Technika i nauka, ich wzajemne zależności i oddziaływania. — prof. E. Hauswald (str. 531).

Surówka do wyrobu luf karabinowych. — inż. J. Tymowski (str. 258).

Ostatnie postępy w dziedzinie sprzętu artyleryjskiego. — ppłk s. s. W. Vorbrodt (str. 56).

Wpływ niektórych czynników na zgniot kreszera. — inż. J. Buchholtz (str. 379, Wiad. TWT. Nr 1).

Wyrcb łusek działowych. — prof. S. Płużański (str. 757, Wiad. TWT. Nr 2).

Drganie luf karabinowych. — inż. J. Maroszek (str. 758, Wiad. TWT. Nr 2).

W sprawie kucia luf działowych. — E. Dunin-Marcinkiewicz (str. 762, Wiad. TWT. Nr 2).

Zastosowanie spawania do sprzętu wojennego. — ppłk W. Vorbrodt (str. 766, Wiad. TWT. Nr. 2).

PRZEGLĄD TECHNICZNY — 1936 r

Pistolety maszynowe. — inż. P. Wilniewczyc (str. 45, Wiad. TWT. Nr. 1)

Zatrucie zawodowe w przemyśle prochu i materiałów wybuchowych oraz w przemysłach pomocniczych i pokrewnych, — inż. E. Berger (str. 51, 123, Wiad. TWT. Nr 1 i 2).

Badanie dział i jaszczów z punktu widzenia trakcji konnej. — E. Dunin-Marcinkiewicz (str. 110, Wiad. TWT. Nr. 2).

TIECHNIKA I WOORUŻENJE — 1936 r

W N-rze 1-ym znajduje się szereg artykułów o wyniku *konkursu wynalazków i o wynalazczości* w różnych dziedzinach techniki wojskowej, ponadto:

Uzbrojenie sterowców w bomby i miny. — W. Oldenborger (I).

Technika w przyszłej wojnie. — S. Budkiewicz (II).

Rozwój techniki lotniczej. — M. Andrejew (II).

Nowości w broni pancernej. (II).

Karabiny maszynowe na czołgach (II).

Rozwój techniki artyleryjskiej w 1935 r. (II).

Rozwói współczesnych środków łączności (II).

Chemiczno-wojskowa technika za granicą. M. Kołosow (II).

Ocena kilku typów armat przeciwlotniczych. — C. Tagunow (III).

O hamulcach wylotowych. — A. Rudniew (III).

Artyleria na płozach. — Ł. Kallistow i A. Parafiejew (III).

Nowoczesne działka lotnicze i ich łoża. — W. Ciłow (III).

Metody kontroli przyrządów celowniczych. — W. Doroszkiewicz (III).

Pociski artyleryjskie za granicą. — W. Matiuszkin (III).

Zapalniki z mechanizmem zegarowym. — J. Sinanin (III, V).

O zastosowaniu rzadkich metali za granicą. — M. Kowalewskij (III). *Cyrkon* znajduje zastosowanie w spłonkach oraz zastępuje

magnez i glin w amunicji sygnałowej. Temp. jego zapłonu jest wyższa od piorunianu rtęci (210°). po spaleniu pozostaje obojętny tlenek, niehygroskopijny i nie wytwarzający korozji luf; w postaci sproszkowanej daje się długo przechowywać bez zmian chemicznych. Ma on również zastosowanie w wyrobie narzędzi tnących. W obróbce metali ma też zastosowanie *tantal.*

Cały prawie Nr 4. poświęcony jest sprawom *naprawy i konserwacji sprzętu artyl.* między innymi znajdują się tam następujące artykuły ciekawsze:

Naprawa sprzętu artyleryjskiego. — S. Grigorjew i W. Szilling (IV), wg naukowej organizacji pracy.

Odgazowanie sprzętu art. — F. Sawwin (IV).

Zastosowanie farby i smarów ochronnych (IV).

Badanie hermetyczności masek gazowych. — B. Gierszman (IV).

Pochłanianie gazów trujących przez maski gazowe. — P. Kupaczinskij (IV).

Jakich potrzeba karabinów drobnokalibrowych. — S. Jurczuk i M. Zujew (V); kb. sportowe, ćwiczebne, myśliwskie.

Zapalniki uderzeniowe i natychmiastowe. — M. Michajłow (V).

Drogi rozwoju nowoczesnego uzbrojenia piechoty w broń ręczną i maszynową (VI).

Karabiny jako broń plotnicza. — A. Zinowjew (VI).

L. k. m. w wojskach zagranicznych. — E. Idelson (VI), na podstawie konkursu w Brazylii.

Pistolety maszynowe i ich rola w uzbrojeniu piechoty (VI).

Pistolet automatyczny ros. wz. 33 syst. TT. — M. Żujew (VI).

Studium działania mechanizmu samoczynnego w pistolecie amer. Colta 11,43 mm. — Aleksiejew (VI).

Granaty ręczne i karabinowe za granicą. — W. Pruncow (VI).

Działo dywizyjne. — S. Krauze (VII).

Zagadnienie obrony przeciwlotniczej. — W. Piestriakow (VII).

Olejenie broni lotniczej. — M. Procienko (VII).

Kontrola przyrządów celowniczych znormalizowanych wz. 29 i 30. — P. Klimienko i S. Ananjew (VI).

Uzbrojenie współczesnych samolotów. — J. Banczik (IX).

W sprawie jedynego typu k. m. dla piechoty. — W. Malinowskij (IX).

KOMUNIKATY.

1. KONKURS

na „Typ ruchomego polowego laboratorium analitycznego dla celów obrony p-gaz, przewożonego na środkach zmotoryzowanych".

I. OGÓLNE WARUNKI KONKURSU.

1. *Przedmiot konkursu.*

Przedmiotem konkursu jest ruchome laboratorium analityczne, przewożone na środkach zmotoryzowanych, zaopatrzone w urządzenia i odczynniki, pozwalające na wykonanie badań chemicznych z zakresu obrony p-gazowej.

2. *Udział w konkursie.*

Prawo udziału w konkursie jest nieograniczone. W konkursie mogą brać udział osoby wojskowe i cywilne. Mogą być zgłaszane prace służbowe i pozasłużbowe.

3. *Sposób wykonania pracy konkursowej.*

Prace, wykonane zgodnie z wymaganiami technicznymi konkursu, winny być przedstawione w postaci bądź modeli, bądź rysunków technicznych oraz opisów.

4. *Nadsyłanie prac konkursowych.*

Rysunki, opisy, instrukcje, wchodzące w skład pracy konkursowej, powinny być zaopatrzone u dołu w prawym rogu arkusza godłem autora i nie mogą poza tym zawierać żadnych podpisów ani znaków, umożliwiających wczesne rozpoznanie autora pod rygorem odrzucenia nadesłanej pracy.

Do pracy konkursowej należy dołączyć zapieczętowaną kopertę, zawierającą kartkę z imieniem, nazwiskiem i adresem autora. Na kopercie tej należy umieścić tylko godło autora i oznaczyć ją Nr. 1.

Zapieczętowaną kopertę Nr. 1, rysunki i opisy należy włożyć do koperty odpowiedniego wymiaru i opieczętować. Kopertę tę należy oznaczyć Nr. 2 i umieścić na niej napis:

Instytut Przeciwgazowy.

Praca konkursowa z r. 1937 na temat:

„Ruchome polowe laboratorium analityczne dla celów OPGaz."

W prawym dolnym rogu koperty godło autora, a w górnym:

„Rozpieczętować może tylko Sąd Konkursowy".

Zapakowaną i zapieczętowaną w powyższy sposób kopertę Nr. 2 należy w osobnym opakowaniu przesłać, jako przesyłkę poleconą pod adresem:

Instytut Przeciwgazowy, Warszawa, Ludna 11.

Poza tym adresem nie wolno na opakowaniu umieszczać żadnych innych napisów.

Gdyby przesyłane rysunki ze względu na swój wymiar nie mogły być umieszczone w kopercie, należy przesłać je w oddzielnej paczce. Sposób opakowania oraz napisy jak podano dla koperty Nr. 2.

UWAGA: Aby wysyłający pracę pocztą nie był zmuszony do ujawnienia swego nazwiska na dokumentach przesyłkowych, można zamiast nazwiska wysyłającego podać „Sekretarz Szefa Departamentu Uzbrojenia".

5. *Termin składania prac.*

Prace konkursowe należy przesłać do Instytutu Przeciwgazowego, Warszawa, Ludna 11 do

dnia 1 grudnia (godz. 24) 1937 roku

W przypadku, gdy praca jest nadesłana przez pocztę, rozstrzyga data stempla pocztowego.

Prace, nadesłane po tym terminie, nie będą rozpatrywane.

6. *Sąd konkursowy.*

Sąd konkursowy odbędzie się według regulaminu Sądów Konkursowych dla prac wynalazczych, zatwierdzonego przez II Wiceministra Spraw Wojskowych oraz na zasadzie zarządzenia M. S. Wojsk. L.0750/130 z dnia 24.II.1937 r.

Wnioski Sądu Konkursowego będą przedstawione do zatwierdzenia II Wiceministrowi Spraw Wojsk. przed 10 stycznia 1938 r.

Wysokość nagród ustala Pan II Wiceminister Spraw Wojskowych.

8. *Zwrot projektów prac konkursowych.*

Projekty konkursowe mogą być odebrane przez projektodawców w ciągu 3 tygodni od dnia ogłoszenia wyników konkursu.

Prace nagrodzone będą stanowiły własność M. S. Wojsk.

9. *Informacje.*

Informacji w sprawie konkursu udziela w godzinach służbowych Kierownik Kancelarii Instytutu Przeciwgazowego.

II. TECHNICZNE WARUNKI KONKURSU.

1. *Wymagania ogólne.*

Praca konkursowa winna dawać rozwiązanie zagadnienia wykonywania analiz z zakresu OPGaz. w warunkach nieprzystosowanych do tego celu, jakoto w wagonie lub samochodzie i przygodnych pomieszczeniach.

Urządzenie laboratorium winno być dostosowane do warunków, w jakich będzie ono czynne.

Urządzenie laboratorium, skrzynki z aparatami i odczynnikami winny być:

a) zabezpieczone od uszkodzenia przy silnych wstrząsach podczas jazdy przez odpowiednie opakowanie i umocowanie,
b) łatwo przenośne,
c) tak zestawione, aby dawały możność szybkiego uruchomienia laboratorium.

2. *Zakres prac laboratorium.*

a) Badanie powietrza, terenu, wody, sprzętu, produktów spożywczych i t. p. na obecność gazów bojowych,
b) orientacyjne oznaczenie zawartości trucizn bojowych w produktach spożywczych, w wodzie i t. p.,
c) badanie próbek gazów bojowych,
d) pobieranie próbek gazów bojowych, terenu, wody i t. p. celem przesłania do zbadania w laboratorium centralnym.

3. *Wyposażenie laboratorium.*

Wyposażenie laboratorium winno obejmować najprostsze urządzenia pomocnicze oraz laboratoryjne, jak aparaty, naczynia i od-

czynniki niezbędne do wykonania zadań, podanych w punkcie poprzednim, i możliwie przystosowane pod względem materiału i formy do powyższych celów.

Wyposażenie laboratorium winno umożliwiać wykonywanie prostszych oznaczeń jakościowych oraz ilościowych, jak np. mianowanie, pomiary kolorymetryczne, wymagających odważania i odmierzania próbek badanych, sączenia, ekstrakcji, ogrzewania, destylacji i in.

2. KONKURS NIEOGRANICZONY

na „Paliwomierz lotniczy mierzący zawartość paliwa w zbiornikach samolotu".

I. OGÓLNE WARUNKI KONKURSU.

1. *Przedmiot konkursu:* Przedmiotem konkursu jest paliwomierz odpowiadający wymaganiom, podanym w warunkach technicznych konkursu.

2. *Udział w konkursie:* W konkursie mogą brać udział wynalazcy krajowi wojskowi i cywilni.

Nie jest wymagane, aby nagrodzony projekt był opatentowany, ani też odstąpiony bezpłatnie na rzecz M. S. Wojsk..

Nagrodzone prace pozostają własnością projektodawców jednak M. S. Wojsk. zastrzega sobie:

a) prawo do wykonywania przedmiotu pomysłu bez osobnego wynagrodzenia autora w ilościach potrzebnych do wypróbowania.
b) prawo pierwokupu względnie prawo wykonywania wynalazku za dodatkową opłatą i wówczas projekt nie może być opublikowany bez zgody M. S. Wojsk.

3. *Wykonanie projektu:* Projekty winny być przedstawione na sąd konkursowy w formie rysunków technicznych z podaniem wymiaru i materiału. Do rysunków ma być dołączony dokładny opis przedmiotu i sposobu działania zasadniczych części składowych. Pożądane jest, lecz nieobowiązkowe, dołączenie modelu. Rozwiązanie konstrukcyjne musi być nowe, nigdzie nie publikowane, ani też nie zgoszone do opatentowania przez osoby trzecie. Wynalazki zakupione przez M. S. Wojsk. (lub przedsiębiorstwa) nie mogą być przedstawiane na konkurs.

4. *Przesyłanie projektów:* Rysunki i opisy powinny być złożone w zalakowanej kopercie, opatrzonej hasłem i napisem: „Konkurs na paliwomierz lotniczy". W osobnej zalakowanej kopercie włożonej do pierwszej i zaopatrzonej tym samym hasłem, ma być podane na

kartce imię i nazwisko, ew. stopień służbowy lub zawód, oraz dokładny adres projektodawcy. Rysunki, opisy, modele i t. p. powinny być oznaczone tylko hasłem, bez podania nazwiska autora. Ujawnienie nazwiska autora lub osób zainteresowanych w konkursie na kopertach, rysunkach, modelach i t p. wyklucza pracę z konkursu

5. *Termin nadsyłania prac:* Prace konkursowe należy złożyć lub przesłać do Instytutu Technicznego Lotnictwa — Warszawa, ul. Puławska 2, najpóźniej do dnia 15 listopada 1937 r. Dla zgłoszeń zamiejscowych uważa się ten termin za dotrzymany, jeżeli przesyłka była nadana najpóźniej dnia 15 listopada 1937 r. Koszty przesyłki muszą być opłacone przez nadawcę.

6. *Nagrody:* Za prace wynalazcze z 12 dziedzin wojskowych zostały ustanowione na rok 1937 następujące nagrody Pana II Wiceministra Spraw Wojskowych Szefa Administracji Armii.

3 nagrody po 3000 zł.
6 nagród po 2000 zł.
9 nagród po 1000 zł.
10 nagród po 500 zł.

nadto mogą być przyznane nagrody honorowe (dyplomy). Nagrody i ich wysokość ustala Pan II Wiceminister Spraw Wojskowych.

Konkurs na „Paliwomierz lotniczy mierzący zawartość paliwa w zbiornikach samolotu" należy do jednej z wyżej podanych 12 dziedzin.

7. *Sąd konkursowy:* Sąd konkursowy w składzie przedstawicieli: Sztabu Głównego, Biura Przemysłu Wojennego, Korpusu Kontrolerów, Dowództwa Lotnictwa i Instytutu Technicznego Lotnictwa zbierze się w drugiej połowie listopada r. b. Wnioski na udzielenie nagród będą przedstawione Panu II Wiceministrowi Spraw Wojskowych do dnia 20 grudnia 1937 r. w drodze przez Biuro Przemysłu Wojennego M. S. Wojsk.

8. *Zwrot projektów:* Projekty konkursowe nienagrodzone będą zwrócone projektodawcom w ciągu czterech tygodni od dnia ogłoszenia wyniku konkursu. Projekty nagrodzone mogą być zwrócone dopiero po ukończeniu ewentualnych formalności, związanych z ich wypróbowaniem, wykonaniem, oraz ew. nabyciem, opatentowaniem i t. p.

9. *Informacje.* Informacji w sprawie konkursu udziela R. Prawny Biura Technicznego I. T. L., tel. 7-08-46 w godzinach urzędowania.

11. WARUNKI TECHNICZNE NA PALIWOMIERZ LOTNICZY MIERZĄCY ZAWARTOŚĆ PALIWA W ZBIORNIKACH SAMOLOTU.

I. Zadanie przyrządu.

Pomiar na ziemi, jak również w czasie lotu ilości paliwa zawartego w jednym lub kilku zbiornikach umieszczonych na samolocie.

II. Warunki działania.

1. Możliwość zastosowania danego paliwomierza do zbiorników dowolnej budowy i kształtów (zbiorniki) skrzydłowe, kadłubowe, płaskie, wysokie, niesymetryczne, z wewnętrznymi przegródkami, zbiorniki z elestycznymi ściankami otaczającymi ścianki metalowe.

2. Ewentualna możliwość posługiwania się jednym wskaźnikiem do pomiaru w poszczególnych, a różnych co do kształtu pojemności zbiornikach.

3. Dokładność wskazań winna być niezależną od pochyleń samolotu dookoła jego osi podłużnej i poprzecznej aż do kąta 10^0.

4. Dopuszczalny błąd wskazań paliwomierza w zależności od napełnienia zbiornika lub jego pojemności winien być w granicach niżej podanej tablicy.

Pojemność lub zawartość zbiornika w litr.	0—25	26—100	101—200	201—wzwyż
Dopuszczalny błąd w litr.	$\pm$ 2,5	$\pm$ 5	$\pm$ 10	$\pm$ 15

5. Na wskazania przyrządu nie powinno wpływać otaczające ciśnienie atmosferyczne uzależnione od wysokości lotu aż do 10000 m.

6. Prawidłowość wskazań nie powinna ulegać wpływom zmiany temperatury od — 50^0C do + 50^0C.

7. Wskazania powinny być niezależne od przyśpieszeń aż do $\pm$ 2g

8. Paliwa o różnych ciężarach gatunkowych w granicach od 0,7 do 0,9 kg/dcm^3 nie powinny spowodować błędu przekraczającego 1%.

9. Zmienne warunki atmosferyczne (mgła, deszcz, śnieg) jako też zawartość soli w powietrzu nie powinny wpływać na dokładność wskazań i na materiały, z których jest urządzenie.

10. Wskazania zawartości powinny być przekazywane na przyrząd umieszczony na tablicy pokładowej stale automatycznie lub też tylko w czasie pomiaru.

11. Możliwość dokonania 2 pomiarów po sobie następujących w czasie nie przekraczającym 2 minut.

12. W wypadku wskazań automatycznych nie ciągłych ilości paliwa, zmiany wskazań zawartości paliwa winny zachodzić w okresach nie dłuższych niż 5 minut w granicach wyżej podanych dokładności

13. Ciężar i wymiary przyrządu powinny być możliwie małe; ciężar nie powinien być większy od 0,2%—0,05% wagi samolotu przy samolotach o wadze 300—20000 kg.

14. Całkowite urządzenie powinno odpowiadać ogólnym warunkom wytrzymałości niezbędnym dla przyrządów pokładowych lotniczych.

15. Drgania samolotu nie powinny powodować trwałych zmian w przyrządzie i wpływać ujemnie na wskazania.

16. Działanie urządzenia powinno być zapewnione w ciągu przynajmniej 200 godzin lotu bez naprawy.

17. Wszystkie dodatkowe urządzenia związane z wbudowaniem paliwomierza nie powinny wpływać na zmniejszenie szczelności zbiornika.

III. Warunki wbudowania.

1. Wbudowanie przyrządu nie może powodować żadnych zasadniczych zmian w konstrukcji zbiornika lub też ustalać materiał z którego ma być wykonany.

2. Wbudowanie części paliwomierza (nadajnika, przekaźnika) winno być możliwie w górnej części zbiornika przy możliwie małej średnicy otworu.

3. Wskaźnik na tablicy pokładowej winien być zaprojektowanym zgodnie z Polskimi Normami Wojskowymi. Wszelkich informacji w sprawie Polskich Norm Wojskowych, udziela Inst. Lotnictwa, W-wa Puławska 2. tel. 8-14-62.

4. Nadajnik, przekaźnik i wskaźnik powinny być łatwe do zamontowania lub zdjęcia.

5. Przy wyrzucalnych zbiornikach, nadajnik przekaźnik i przewody przyrządu nie mogą utrudniać, względnie uniemożliwiać wyrzucania.

6. W razie zastosowania energii elektrycznej ilość zużywanej energii nie może przekraczać 50 watów przy napięciu 24 woltów.

7. Całkowite urządzenie winno być możliwie prostej konstrukcji, łatwego wykonania i nadawać się do seryjnego wyrobu.

8. Urządzenie powinno być takie, aby mogło całkowicie być wykonane w kraju.

WARUNKI OGŁASZANIA PRAC W „WIADOMOŚCIACH TECHNICZNYCH UZBROJENIA".

1. Prace do druku należy przesyłać pod adresem: Redakcja „Wiadomości Technicznych Uzbrojenia" Instytut Techniczny Uzbrojenia, ul. Ludna 13.

2. Prace powinny być pisane na maszynie lub czytelnie ręcznie, na jednej stronie, z pozostawieniem odstępów między wierszami dla umożliwienia poprawek.

3. Prace powinny być starannie wykończone pod względem stylu i pisowni. Zmiany podczas korekty autorskiej mogą być czynione jedynie na koszt autora.

4. Redakcja przyjmuje jedynie prace nigdzie dotychczas nie drukowane.

5. Redakcja zastrzega sobie prawo czynienia wszelkich poprawek stylistycznych, interpunkcji oraz skracania nadesłanych artykułów, nie naruszając jednak zasadniczych myśli autora. W razie poważniejszych poprawek albo odpowiedniego zastrzeżenia ze strony autora, redakcja poprawioną pracę przesyła autorowi do wyrażenia zgody za opublikowanie jej w poprawionej formie.

6. Redakcja zwraca rękopisy i rysunki lub fotografie, jeżeli autor zastrzega to sobie.

7. Honoraria autorskie wynoszą: za wiersz garmondu 25 gr, za wiersz petitu 30 gr, w wyjątkowych wypadkach redakcja podwyższa honorarium (za prace wybitnej wartości).

8. Rysunki i szkice załączone do prac są honorowane jedynie w razie poprawnego ich wykonania, kwalifikującego je do bezpośrednich zdjęć na klisze. Honorarium za nie oblicza się wg zajmowanych przez nie wierszy garmondu.

Adres Redakcji: Warszawa, Ludna 13, Inst. Techn. Uzbr. tel. 9-22-03.

Adres Administracji: Warszawa, Marszałkowska 26. Dep. Art. M. S. Wojsk. tel. 9-32-26.

Warunki prenumeraty „Przeglądu Artyleryjskiego" wraz z dodatkiem kwartalnym „Wiadomości Techniczne Uzbrojenia": rocznie 20 zł. 40 gr., Nr. pojedyńczy 1 zł. 70 gr. — Konto P.K.O. Nr. 5454.

7285 Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02

7285 Drukarnia Gospodarcza, Warszawa, Al. Jerozolimskie 79. Tel. 8-84-12, 8-28-02.